

12.5.1983

1(9)

Korvaa ohjeet

YVL 7.3, 27.6.1977
 YVL 7.15, 18.5.1976
 YVL 7.16, 27.6.1977

RADIOAKTIIVISTEN AINEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMISEN ARVIOINTI YDINVOIMA-
 LAITOSTEN KÄYTTÖ- JA ONNETTOMUUSTILANTEISSA

SISÄLLYSLUETTELO

SIVU

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | Yleistä | 2 |
| 2. | Soveltamisalue | 2 |
| 3. | Ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisen arviointi ydinvoimalaitosten käyttötilanteissa | 2 |
| 4. | Veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisen arviointi ydinvoimalaitosten käyttötilanteissa | 4 |
| 5. | Ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisen arviointi ydinvoimalaitosten onnettomuus-tilanteissa | 5 |
| | 5.1. Leviämisen arviointi suunnittelun perustana olevan onnettomuuden tarkastelussa | 5 |
| | 5.2. Varautuminen leviämisen arviointiin onnettomuus-tilanteissa | 8 |
| 6. | Suosituksia, kirjallisuutta | 9 |

Liitteet 1, 2 ja 3

1.

YLEISTÄ

Radioaktiivisten aineiden leviäminen ydinvoimalaitoksilta ympäristöön on arvioitava leviämismallien avulla. Normaali-käytön aikana leviämisen arviointi on osa päästömittauksiin perustuvista annoslaskuista. Onnettomuuksien varalta on oltava valmius ilmaan tapahtuvien päästöjen leviämisen nopeaan arviointiin väestöön kohdistuvien suojelutoimenpi-teiden pohjaksi. Lupakäsittelyvaiheessa leviämisen arvioin-ti on suoritettava suunnittelun perustana olevien onnetto-muuksien analysoinnin yhteydessä.

2.

SOVELTAMISALUE

Tässä ohjeessa esitetään yleisperiaatteet, joilla arvioi-daan ydinvoimalaitosten käyttötilanteissa ilmaan ja veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämistä ympäristöön. Lisäksi tässä ohjeessa esitetään ilmaan tapah-tuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisestä tehtävät oletukset ydinvoimalaitoksen onnettomuustilantei-den analysointia varten sekä ydinvoimalaitosten onnetto-muustilanteiden varalle valmistettavien leviämiskaavioiden laatimisen yleisperiaatteet.

3.

ILMAAN TAPAHTUVIEN RADIOAKTIIVISTEN AINEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMISEN ARVIOINTI YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTTÖTILANTEISSA

Ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisen selvittämiseksi on tunnettava radioaktiivisten aineiden päästötiedot ja meteorologiset leviämistiedot.

Päästötietoja ovat ilmaan päästettävien radioaktiivisten aineiden määrät ja laadut sekä efektiivinen päästökorkeus. Efektiivinen päästökorkeus määritetään ottaen huomioon savupainuma ja piippulisä. Piippulisää laskettaessa voidaan ottaa huomioon ilmamäärien pystysuoran nousunopeuden ja lämpösisällön vaikutus.

Meteorologisista leviämistiedoista tarvitaan tuulen suunta ja nopeus sekä stabiiliusluokka, jotka saadaan säähavain-toasemien avulla. Tuulen nopeudet korkeuksilla, joilla mittauksia ei tehdä, voidaan arvioida laskennallisesti. Ilmakehän stabiiliusluokka määrätään ensisijaisesti säämas-tohavainnoista perustuen lämpötilan muutokseen vertikaali-suunnassa sekä tuulen nopeuteen (LIITE 1) ja toissijai- sesti pelkästään lämpötilan muutokseen vertikaalisuunnassa (LIITE 2) perustuen. Ilman lämpötilan muutos vertikaali- suunnassa on mitattava mahdollisimman edustavalta korkeus- väliltä. Säämastohavaintojen tilapäisesti puuttuessa tuulen suunta ja nopeus sekä stabiiliusluokka voidaan määrätä läheisten sääasemien maanpintahavainnoista. Stabiiliusluok- ka tulisi määrätä ns. Pasquill-luokitusta käyttäen. Eri stabiiliusluokkia vastaavien leviämisp-parametri- en (σ_y , σ_z) arvoihin on tehtävä alustan rosoisuutta vastaavat korjaukset. Lisäksi vertikaalisen leviämisp-parametrin ar- voissa on huomioitava mahdollisten inversiokerrosten esiin- tyminen.

Päästö- ja leviämistietojen avulla voidaan laskea mate- maattisia malleja apuna käyttäen radioaktiivisten aineiden pitoisuudet tarkasteltavalla etäisyydellä ja edelleen ai- heutuvat säteilyannokset. Ilman radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien pienenemistä maahan laskeutumisen ja sateiden johdosta ei oteta yleensä lähietäisyyksillä huomioon. Kau- empana näiden vaikutus voidaan ottaa huomioon.

Rakentamislupavaiheessa voidaan ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden leviämisen kuvaamisessa käyttää meteorologisia olosuhteina lähimpien säähavaintoasemien pitkäaikaisia havaintoja.

Käyttölupavaiheessa ja laitoksen käytön aikana käytetään ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden leviämisen kuvaamisessa meteorologisia olosuhteina kriittisen ryhmän säteilyannoksia laskettaessa paikallisen meteorologisen mittausohjelman havaintoja. Kollektiivisia säteilyannoksia laskettaessa on suositeltavaa käyttää lisäksi muiden kauempana sijaitsevien säähavaintoasemien havaintoja, sillä etenkin rannikolla sääparametrien muutokset voivat olla merkittäviä siirryttäessä vesialustalta mantereelle. Meteorologiset mittaushavainnot kerätään kuukauden, neljänneksen, laidunkauden ja kalenterivuoden jaksoissa (vrt. YVL 7.5). Vain säteilyannoslaskuissa käytetyt tiedot raportoidaan. Poikkeukselliset päästöt, niiden aikana vallinneet leviämisolosuhteet sekä aiheutuneet säteilyannokset raportoidaan lisäksi erikseen (vrt. YVL 7.8).

4.

VETEEN TAPAHTUVIEN RADIOAKTIIVISTEN AINEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMISEN ARVIOINTI YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTTÖTILANTEISSA

Päästötietoja ovat veteen päästettävien radioaktiivisten aineiden määrät ja laadut, jäähdytysveden virtausnopeudet ja lämpötilat sekä päästökohdan rakenteet.

Radioaktiivisten aineiden leviämiseen purkuvesistössä vaikuttavat luonnolliset ja laitoksen toiminnan aikaansaamat virtaukset, turbulenttinen sekoittuminen, päästökohdan sijainti, purkuvesistän koko, geometria ja pohjan muoto, jäähdytysveden jälleenkierto, sedimentoituminen ja resuspensio. Lisäksi voidaan ottaa huomioon radioaktiivinen hajoaminen.

Päästö- ja leviämistietojen avulla voidaan arvioida maattisia malleja apuna käyttäen radioaktiivisten aineiden pitoisuudet tarkasteltavalla etäisyydellä ja edelleen aiheutuvat säteilyannokset.

Rakentamislupavaiheessa tehtävässä tarkastelussa veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisen kuvaamisessa voidaan käyttää purkuvesistöön soveltuvaa konservatiivista leviämismallia.

Käyttölupavaiheessa ja laitoksen käytön aikana tehtävissä tarkasteluissa veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisen kuvaamisessa voidaan myös käyttää purkuvesistöön soveltuvaa konservatiivista leviämismallia. Lisäksi tätä mallia on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä vertaamaan purkuvesistön hydrografisista mittauksista saataviin tuloksiin (virtausmittaukset, vedenkorkeuden vaihtelut, jälleekierto, jne.). Säteilyannoslaskuissa käytetyt leviämistiedot on myös raportoitava. Poikkeukselliset päästöt, niiden aikana vallinneet leviämisolosuhteet ja aiheutuneet säteilyannokset raportoidaan lisäksi erikseen (vrt. YVL 7.8).

5.

ILMAAN TAPAHTUVIEN RADIOAKTIIVISTEN AINEIDEN PÄÄSTÖJEN LEVIÄMISEN ARVIOINTI YDINVOIMALAITOSTEN ONNETTOMUUSTILANTEISSA

5.1.

Leviämisen arviointi suunnittelun perustana olevan onnettomuuden tarkastelussa

Ohjeen YVL 7.1 liitteessä on esitetty ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden vapautumisesta ympäristöön tehtävät oletukset ydinvoimalaitosten suunnittelun perustana olevalle jäähdytteenmenetysonnettomuudelle. Muiden onnettomuustyyppien kohdalla voidaan leviämisen oletukset tehdä

samoin. Efektiivinen päästökorkeus pitää määrätä jokaisen voimalaitoksen osalta erikseen. Mahdollinen savupainuma on otettava huomioon. Radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien pienenemistä ilmassa maahan laskeutumisen ja sateiden johdosta ei oteta huomioon laskettaessa laitosalueen rajalla aiheutuvia säteilyannoksia. Kollektiivisia annoksia laskettaessa ne voidaan ottaa huomioon.

Suunnittelun perustana olevan onnettomuuden analysoinnissa on leviämisolosuhteista tehtävä seuraavat oletukset:

Laimennustekijöiden laskeminen on suoritettu kuten Regulatory Guide-ohjeissa 1.3 ja 1.4. Sääluokat ovat Pasquillin luokkia.

Päästöt poistoilmapiipun efektiiviseltä korkeudelta:

Aika onnettomuuden alkamisesta Leviämisolosuhteet

0...8 h Laimennustekijät X/Q (s/m^3) saadaan liitteen 3 kuvan 1 a käyriltä päästökohdasta mitatun etäisyyden x (m) funktiona eri efektiivisillä päästökorkeuksilla h (m). Tuulen nopeus u on 1 m/s ja tuulen suunta on vakio.

8...24 h Laimennustekijät saadaan liitteen 3 kuvan 1 b käyriltä etäisyyden funktiona eri päästökorkeuksilla. Tuulen nopeus on 1 m/s ja tuulen suunta vaihtelee 30° sektorissa.

1...4 d Laimennustekijät saadaan liitteen 3 kuvan 1 c käyriltä etäisyyden funktiona eri päästökorkeuksilla. Seuraavia leviämisolosuhteita on käytetty maksimipitoisuuksien ilmaisemiseen eri etäisyyksillä:

1	40 % A ja 60 % C,
2	50 % C ja 50 % D,
3	33,3 % C, 33,3 % D ja 33,3 % E
4	33,3 % D, 33,3 % E ja 33,3 % F,
5	50 % D ja 50 % F
6	100 % F.

Tuulen nopeus A-, B-, E- ja F-luokissa 2 m/s ja C-, D-luokissa 3 m/s sekä tuulen suunta vaihtelee 30° sektorissa.

4...30 d Laimennustekijät saadaan liitteen 3 kuvan 1 d käyriltä etäisyyden funktiona eri päästökorkeuksilla. Leviämisolosuhteet ovat samat kuin edellisessä paitsi että tuulen suunta on 33,3 % ajasta 30° sektorissa.

Päästöt maan pinnan tasolta

Liitteen 3 kuvassa 2 on esitetty pitoisuuksiin tehtävät korjaukset 0...8 h onnettomuuden alkamisesta etäisyyden funktiona eri suuruisilla reaktorirakennuksen poikkipinta-aloilla A. Syynä tähän on reaktorirakennuksen aiheuttama turbulenssi.

Aika onnettomuuden alkamisesta Leviämisolosuhteet

0...8 h F-luokka, tuulen nopeus 1m/s ja tuulen-suunta vakio.

8...24 h F-luokka, tuulen nopeus 1 m/s ja tuulen-suunta vaihtelee 30° sektorissa.

1...4 d F-luokka, tuulen nopeus 2 m/s ja tuulen suunta vaihtelee 30° sektorissa.

4...30 d 40 % D ja 60 % F, tuulen nopeus D-luokassa 3 m/s ja F-luokassa 2 m/s ja tuulen suunta on 33,3 % ajasta 30° sektorissa.

Liitteen 3 kuvista 3 a ja 3 b saadaan laimennustekijät etäisyyden funktiona.

5.2.

Varautuminen leviämisen arviointiin onnettomuustilanteissa

Ydinvoimalaitosten onnettomuustilanteiden varalle on valmistettava leviämiskaaviot. Leviämiskaavioiden on ulotuttava noin 50 km etäisyydelle kuitenkin siten, että tarkasteltavan alueen läheisyyteen ei jää suurta asutuskeskittymää. Leviämiskaaviot valmistetaan 2...3 tyypilliselle päästökorkeudelle, neljälle tuulenopeusluokalle ja ainakin neljälle stabiiliusasteelle esim. seuraaville stabiiliusluokkayhdistelmille A...B, C...D, E...F...G sekä C...D sateella. Myös leviämissuunnan epätarkkuus tulisi ottaa huomioon.

Onnettomuustilanteissa paikallisesta meteorologisesta mittausohjelmasta saatavat tiedot sijoitetaan leviämiskaavioihin. Efektiivinen päästökorkeus arvioidaan aina kussakin tapauksessa erikseen. Jos tietylle päästökorkeudelle ei ole valmistettu leviämiskaaviota on pyrittävä tuloksia arvioimaan ympäröiville päästökorkeuksille valmistetuista leviämiskaavioista. Tuulen nopeudet korkeuksilla, joilla ei mittauksia tehdä, voidaan selvittää laskennallisesti. Stabiiliusluokka määritetään ensisijaisesti ilman lämpötilan muutoksesta vertikaalisuussuunnassa ja tuulen nopeudesta (vrt. liite 1). Radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien pienenemistä maahan laskeutumisen johdosta ei oteta lähietäisyyksillä huomioon. Sateiden vaikutus voidaan ottaa huomioon lähietäisyyksiltä alkaen.

Leviämiskaavioiden lisäksi voidaan käyttää myös automaattiseen tietojen käsittelyyn perustuvaa leviämisarviointimenetelmää.

6.

SUOSITUKSIA, KIRJALLISUUTTA

Methods for Estimating Atmospheric Transport and Dispersion of Gaseous Effluents in Routine Releases from Light-Water-Cooled Reactors, Regulatory Guide 1.111, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Revision 1, July 1977.

Estimating Aquatic Dispersion of Effluents from Accidental and Routine Reactor Releases for the Purpose of Implementing Appendix I, Regulatory Guide 1.113, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Revision 1, April 1977.

G. Nordlund, A-L. Riekkinen ja B. Tammelin, Pasquill-tyyppinen ilman epäpuhtauksien leviämismalli, Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja No 31, 1976.

Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting, Safety Series No. 50-SG-S3, International Atomic Energy Agency, 1980.

Assumptions Used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Loss-of-Coolant Accident for Boiling Water Reactors, Regulatory Guide 1.3, U.S. Atomic Energy Commission, Revision 2, June 1974.

Assumptions Used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Loss-of Coolant Accident for Pressurized Water Reactors, Regulatory Guide 1.4, U.S. Atomic Energy Commission, Revision 2, June 1974.

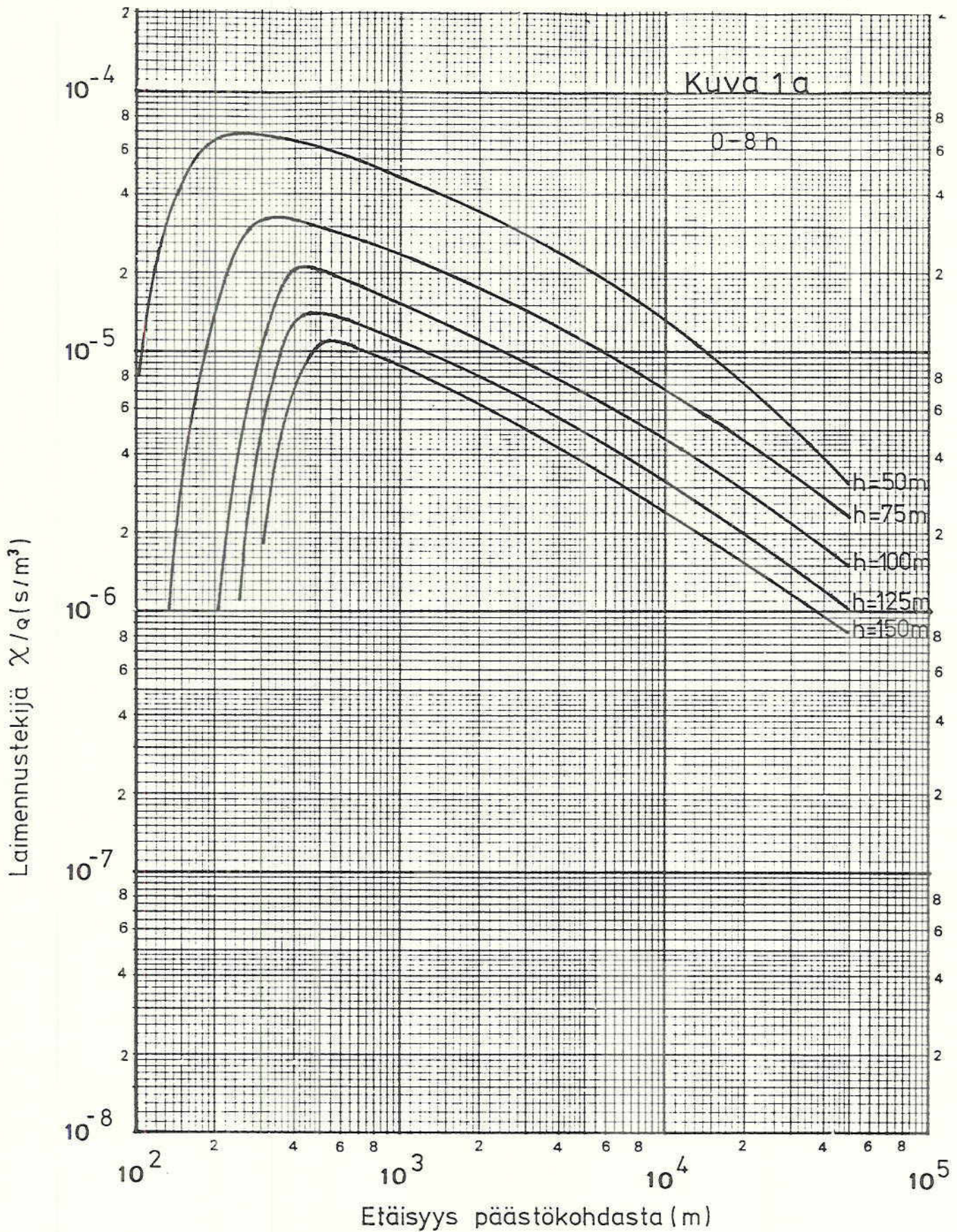
Ilman lämpötilan muutokseen vertikaalisuunnassa sekä tuulen nopeuteen perustuva stabiiliusluokitus

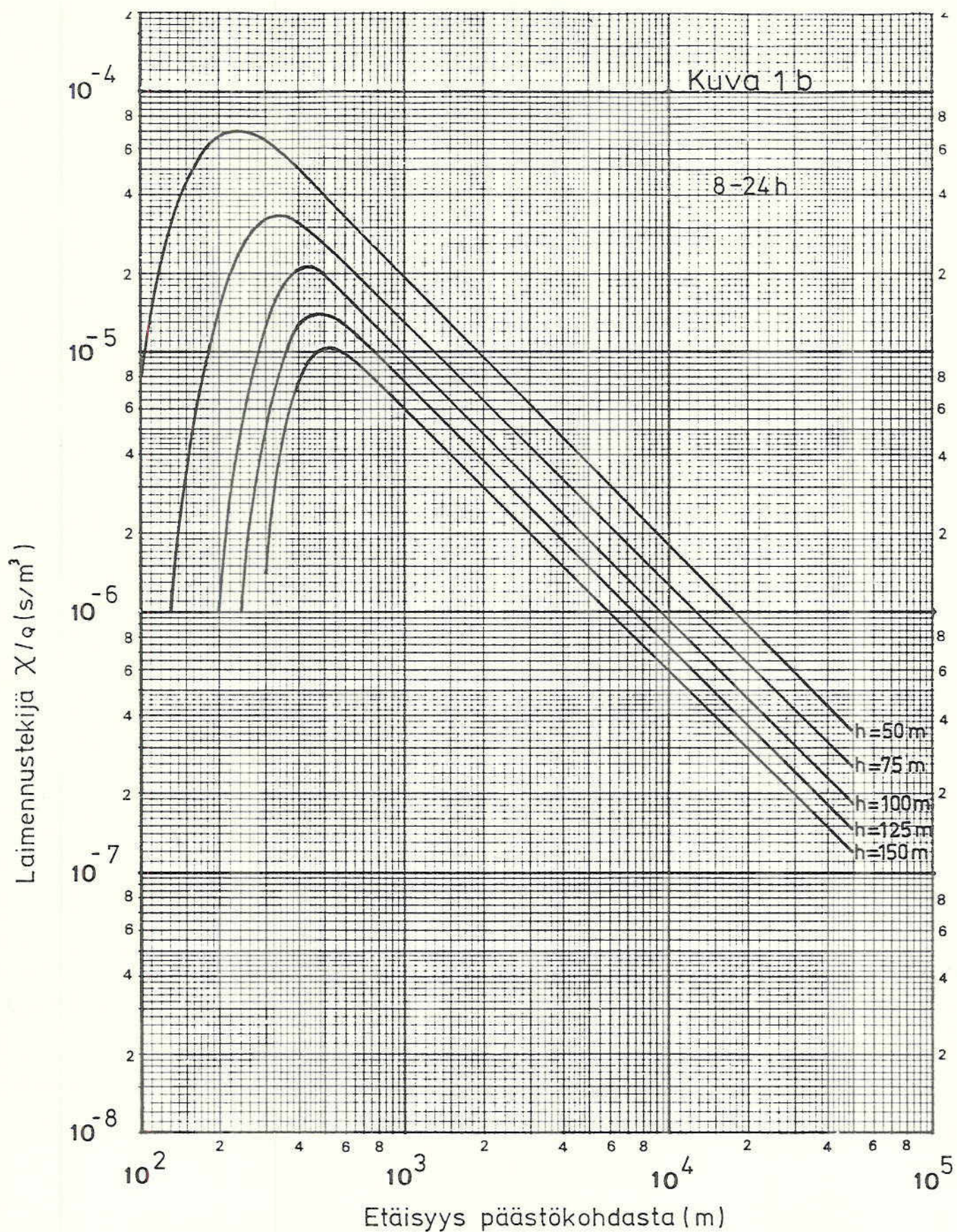
Tuulen Nopeus u (m/s)	Stabiiliusluokka eri ilman lämpötilan muutoksien arvoilla vertikaalisuunnassa 100 m kohden (°C)						
	$\leq -1,5$	$-1,4 \dots -1,2$	$-1,1 \dots -0,9$	$-0,8 \dots -0,7$	$-0,6 \dots 0,0$	$0,1 \dots 2,0$	$> 2,0$
< 1	A	A	B	C	D	F	F
$1 \leq u < 2$	A	B	B	C	D	F	F
$2 \leq u < 3$	A	B	C	D	D	E	F
$3 \leq u < 5$	B	B	C	D	D	D	E
$5 \leq u < 7$	C	C	D	D	D	D	E
$7 \leq u$	D	D	D	D	D	D	D

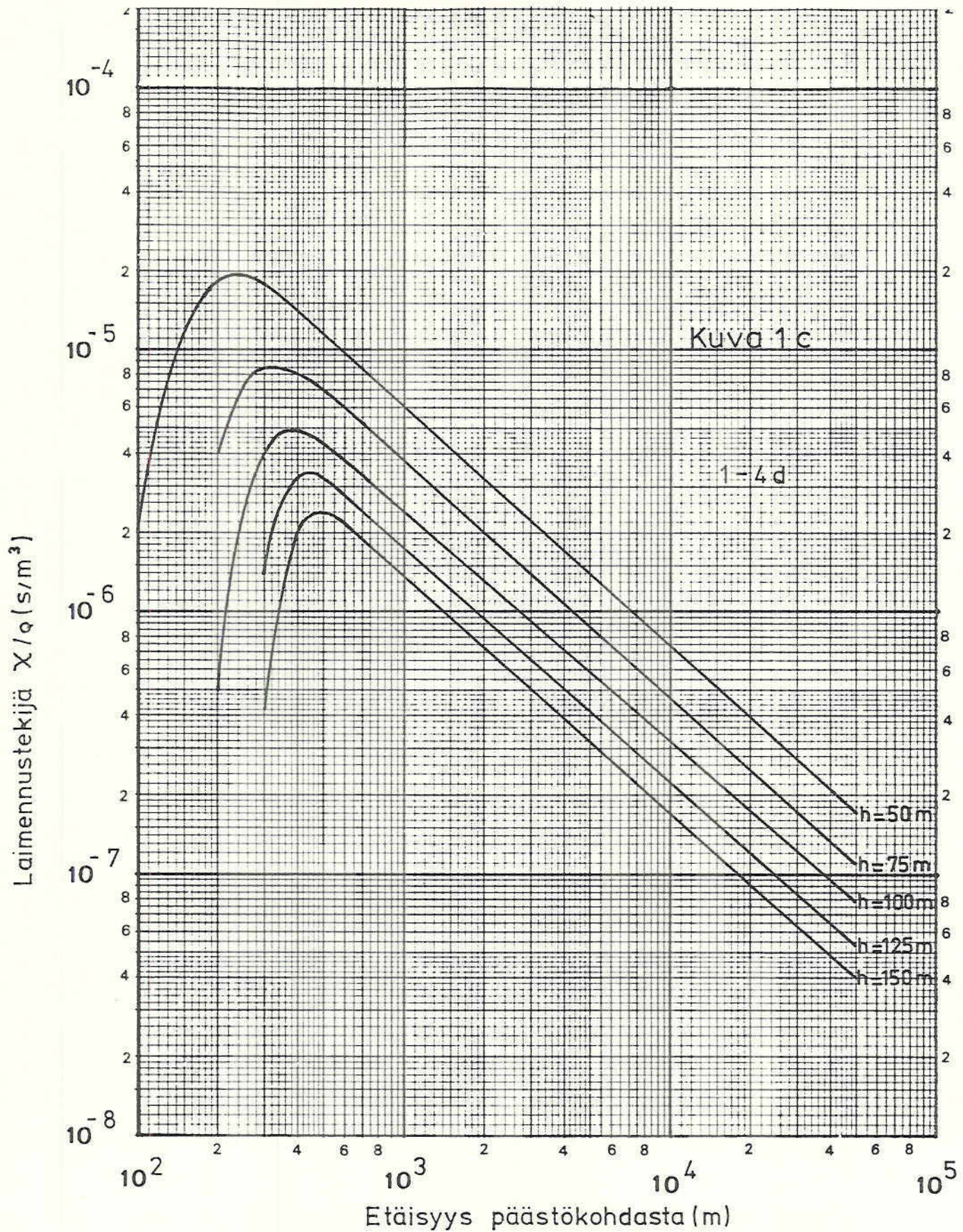
A = hyvin labiili, B = kohtalaisen labiili, C = lievästi labiili, D = neutraali,
E = lievästi stabiili, F = kohtalaisen stabiili,

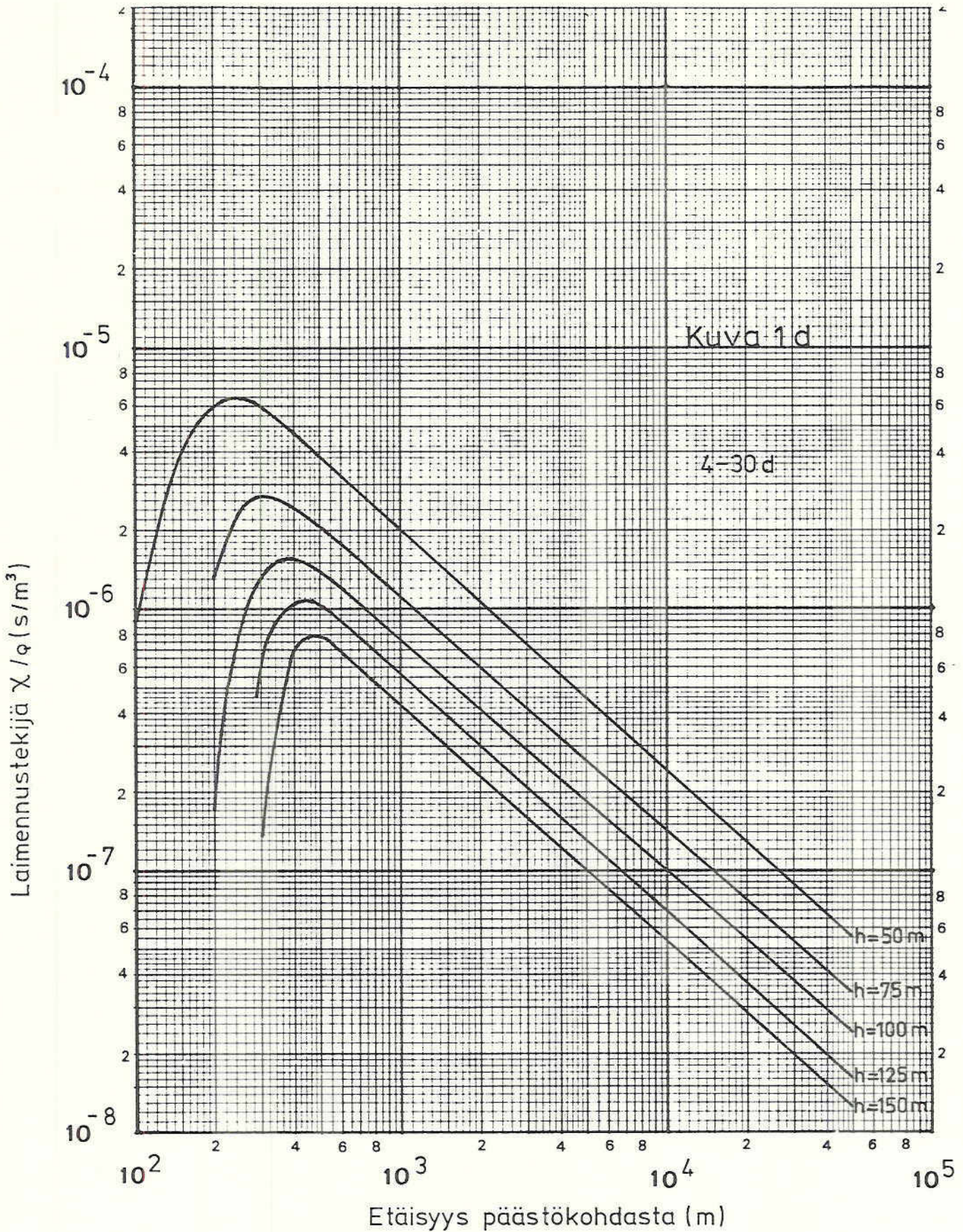
Ilman lämpötilan muutokseen vertikaalisuunnassa
perustuva stabiiliusluokitus

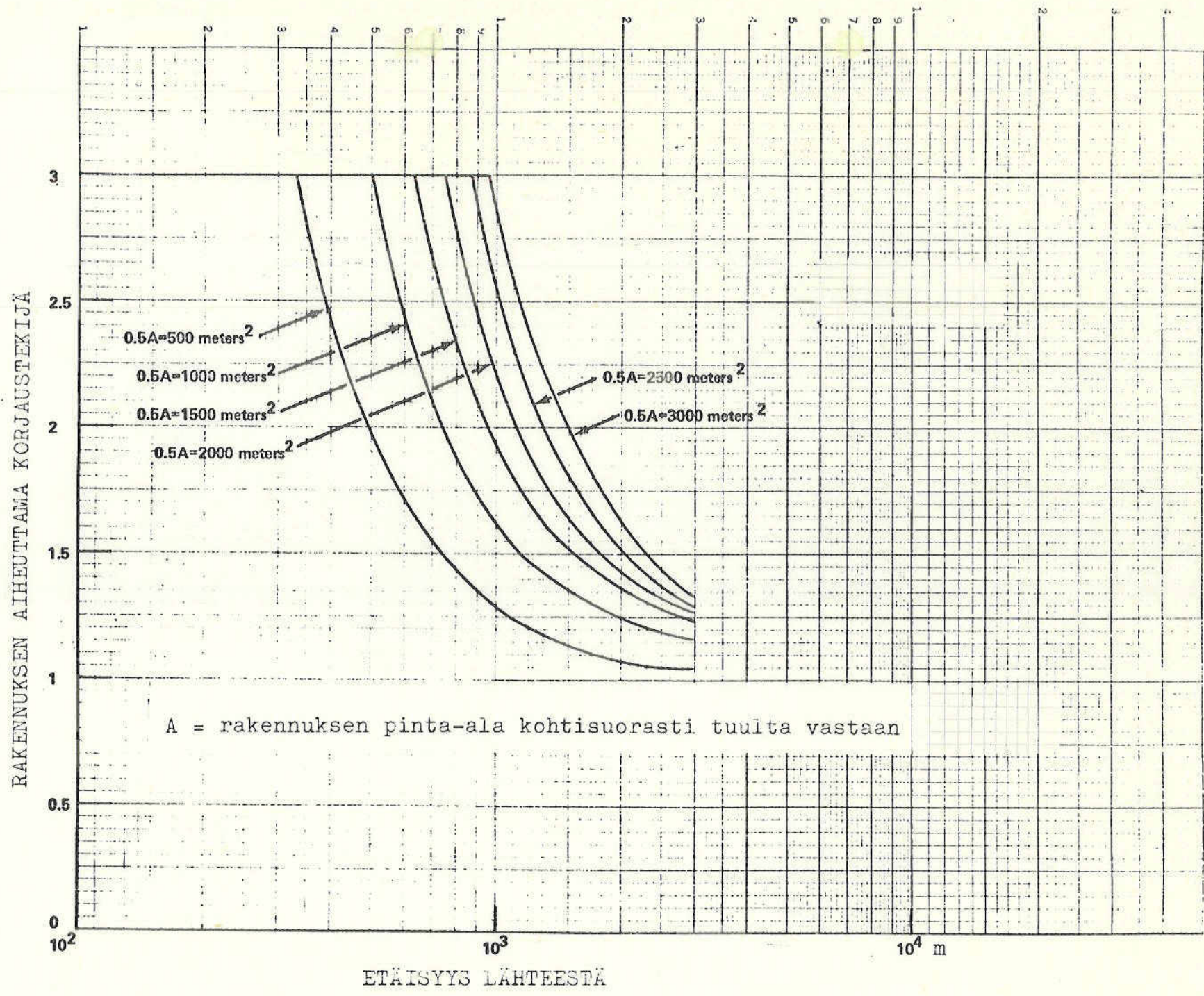
Stabiilius- luokka	Stabiilius- aste	Ilman lämpötilan muutos vertikaalisuunnassa 100 m kohden °C
A	hyvin labiili	< -1,9
B	kohtalaisen labiili	-1,9...-1,7
C	lievästi labiili	-1,7...-1,5
D	neutraali	-1,5...-0,5
E	lievästi stabiili	-0,5... 1,5
F	kohtalaisen stabiili	1,5... 4,0
G	hyvin stabiili	>4,0











KUVA 2. KORJAUSTEKIJÄ JOKA RIIPPUU RAKENNUKSEN AIHEUTTAMASTA TURBULENSSISTA

