

JHS 160 Paikkatiedon laadunhallinta

Liite II: Laatumittarit

Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
Liite B.....	3
B.1 Laatumittareiden rakenne.....	3
Liite C.....	4
C.1 Laadun perusmittareiden tarkoitus	4
C.2 Lukumäärään perustuvat laadun perusmittarit	4
C.3 Epävarmuuden tilastolliseen mallintamiseen perustuvat laadun perusmittarit	4
C.3.2 Yksiolotteisen satunnaismuuttujan Z mittari	5
C.3.3 Kaksiolotteisen satunnaismuuttujan X,Y mittari	6
C.3.4 Kolmiolotteisen satunnaismuuttujan X, Y, Z mittari	7
Liite D.....	8
D.1 Täydellisyyden mittarit	8
D.1.1 Yleistä	8
D.1.2 Ylimääräinen tieto	8
D.1.3 Puuttuva tieto.....	9
D.2 Loogisen eheyden mittarit.....	9
D.2.1 Käsitteellinen eheys.....	9
D.2.2 Arvojoukkoeheys.....	10
D.2.3 Formaattieheys	10
D.2.4 Topologinen eheys	10
D.3 Sijaintitarkkuus.....	12
D.3.1 Absoluuttinen tai ulkoinen tarkkuus	12
D.3.1.1 Yleiset sijaintiepävarmuuden mittarit	12
D.3.1.2 Korkeussijaintitarkkuus.....	16
D.3.1.3 Tasosijaintiepävarmuus	20
D.3.2 Suhteellinen tai sisäinen tarkkuus.....	24
D.3.3 Rasteritiedon sijaintitarkkuus	27
D.4 Ajallinen tarkkuus	27
D.4.1 Ajan mittauksen tarkkuus	27
D.4.2 Ajallinen eheys	27
D.4.3 Ajanmukaisuus	27
D.5 Ominaisuustarkkuus.....	28
D.5.1 Luokittelun oikeellisuus	28
D.5.2 Ei-kvantitatiivisten ominaisuustietojen oikeellisuus	30
D.5.3 Kvantitatiivisen ominaisuustiedon tarkkuus	30

Liite II

(informatiivinen)

Laatumittarit

1. Johdanto

Tämä liite perustuu ISO/TS 19138 -spesifikaatioon, jossa on esitetty paikkatiedon laadun mittaamiseen soveltuvia laatumittareita. Spesifikaatio on tarkoitettu tukemaan paikkatiedon käyttäjää hänen vertaillessaan tietoaaineistoja. Yhtenäisten ja yksikäsitteisesti ymmärrettyjen laadun mittareiden käyttö on vertailun edellytys. Mittareiden käyttö on välttämätöntä myös täsmällisessä laadun raportoinnissa.

Spesifikaation tarkoituksena ei ole olla kaikenkattava. Laatumittareille voidaan perustaa jonkin viranomaisen taholta ylläpidetty rekisteri, jonne voidaan lisätä sellaisia laatumittareita, joita spesifikaatio ei sisällä.

Spesifikaatio koostuu johdantotekstistä ja neljästä eri liitteestä. Johdantotekstin sisältö, kuten käsitteet ja määritelmät sekä laatutekijöiden esittely on sisällytetty JHS-tekstin yleiseen osaan. Spesifikaation neljästä liitteestä:

- Liitteessä A on määritelty menettely sille, kuinka perustettuun rekisteriin voidaan lisätä uusi laatumittari. Liitteen sisältö on jätetty tämän JHS-suosituksen ulkopuolelle.
- Liitteessä B on esitetty laatumittarin kuvaamiseen käytetty rakenne. Liitteen B informaatio on esitetty myös tässä laatumittari-liitteessä.
- Liitteessä C kuvataan laadun perusmittarit ja niihin perustuvat laatumittarit. Liitteen C informaatio on esitetty myös tässä laatumittari-liitteessä.
- Liitteessä D esitetyt laatumittarit käyttävät liitteessä C esitettyjä laadun perusmittareita aina kun mahdollista. Esimerkiksi osa sijaintitarkkuuden mittareista ei kuitenkaan käytä laadun perusmittareita. Liitteen D informaatio on koottu tiivistetysti tähän laatumittari-liitteeseen. Perusteet on esitetty täydellisenä. Laatumittareiden kuvauksia on tiivistetty tässä laatumittari-liitteessä siten, että kun alkuperäisessä tekstissä mittarit on kuvattu jokainen omana taulukkonaan, niin tässä kuvauksessa yhden laatutekijän mittarit on koottu samaan taulukkoon. Kuvaukseen on koottu kaikki laatumittarin rakenteen kuvaamisessa pakolliseksi ja ehdolliseksi määritellyt kohdat (ks. laatumittarin rakenne).

Liite B

B.1 Laatumittarin rakenne

Laatumittarit kuvaillaan alla olevan taulukon mukaisella rakenteella.

Komponentti	Kuvaus	Pakollisuudet
Mittarin nimi	Laatumittarin nimi	Pakollinen
Alias	Laatumittarin jokin muu yleisesti käytetty nimi tai nimet. Alias voi olla myös lyhenne.	Vapaaehtoinen
Mitattava laatutekijä	Mitattava laatutekijä, jolle ko. laatumittaria sovelletaan	Pakollinen
Mitattavan laatutekijän osatekijä	Mitattavan laatutekijän osatekijä, jolle laatumittaria sovelletaan	Pakollinen
Laadun perusmittari	Laadun perusmittari, josta laatumittari on johdettu	Ehdollinen, ilmoitettava jos laatumittari on johdettu perusmittarista
Määritelmä	Laatumittarin tekstimuotoinen määritelmä	Pakollinen
Kuvaus	Laadun mittarin laskukaavat selityksineen	Ehdollinen, ilmoitettava jos tekstimuotoisessa määritelmässä laskentatapaa ei voida riittävän yksiselitteisesti ilmaista
Parametri	Mahdolliset apumuuttujat (nimi, määritelmä ja kuvaus)	Ehdollinen, ilmoitettava jos laatumittari käyttää jotain annettua parametria
Tietotyyppi	Laatumittarilla saatavan laatutuloksen tietotyyppi, kuten totuusarvo, reaaliarvo, kokonaisluku, suhdeluku, prosenttiluku tai mitta. Mitta koostuu lukuarvosta ja mittayksiköstä (esim. 5 m).	Pakollinen
Rakenne	Laatutulos voi koostua useasta arvosta, jolloin tulos ei ole yksittäinen arvo. Laatutuloksen rakenne voi olla mm. joukko (set), sarja (sequence), taulukko tai matriisi.	Vapaaehtoinen
Viitetiedot - Laatumittari	Sen lähteen viitetiedot, missä laatumittari on määritelty	Ehdollinen, ilmoitettava jos ulkoinen lähde on tiedossa
ID	Laatumittarin yksiselitteisesti identifioiva tunniste (oltava kokonaisluku)	Ehdollinen, ilmoitettava jos laatumittari on rekisterissä

Liite C

C.1 Laadun perusmittareiden tarkoitus

Laadun perusmittari-käsite on luotu standardissa toiston välttämiseksi. Samaa perusmittaria, kuten esimerkiksi ”virheellisten lukumäärä”, voidaan käyttää usean eri laadun osatekijän mittaamiseen.

Laadun perusmittarit jaetaan kahteen ryhmään: virheellisten tai oikeellisten yksilöiden lukumäärän laskemiseen perustuvat mittarit ja epävarmuuden tilastolliseen mallinnukseen perustuvat mittarit. Yksilö tässä tarkoittaa tarkasteltavaa mitattua arvoa, jollekin muuttujalle; esimerkiksi yksi etäisyydenmittaushavainto on tässä tarkoitettu yksilö ja etäisyys on mitattava suure/muuttuja.

C.2 Lukumäärään perustuvat laadun perusmittarit

Taulukossa C.1 on esitetty virheellisten tai oikeellisten yksilöiden lukumäärään perustuvien laadun perusmittareiden tyytit. Jokaisesta perusmittarista on esitetty määritelmä, esimerkki ja perusmittarin arvon tietotyyppi.

On huomattava, että määritelmässä esiintyvä ’koko määrä’ viittaa joko todellisuudessa tai käytetyssä referenssiaineistossa esiintyvien laatuksien laajuuteen (eli perusjoukkoon) kuuluvien yksilöiden määrään.

Taulukko C.1. Virheellisten ja oikeellisten yksilöiden lukumäärään perustuvat laadun perusmittarit.

Perusmittarin nimi	Perusmittarin määritelmä	Esimerkki	Tietotyyppi
Virheellisyysindikaattori	Kertoo että yksilö on virheellinen.	epätosi	Totuusarvo
Oikeellisuusindikaattori	Kertoo, että yksilö on oikeellinen.	tos	Totuusarvo
Virheellisten lukumäärä	Kertoo tietyn tyyppisten virheellisten yksilöiden lukumäärän	11	Kokonaisluku
Oikeellisten lukumäärä	Kertoo oikeellisten yksilöiden (tietyn tyyppisestä virheestä vapaiden) yksilöiden lukumäärän	571	Kokonaisluku
Virheellisyysuhde	Virheellisten yksilöiden ja koko määrän suhde	0.0189 1.89 % 11:582	Reaaliluku Prosenttiluku Suhdeluku
Oikeellisuussuhde	Oikeellisten yksilöiden ja koko määrän suhde	0.9811 98.11 % 571:582	Reaaliluku Prosenttiluku Suhdeluku

C.3 Epävarmuuden tilastolliseen mallintamiseen perustuvat laadun perusmittarit

Mittausmenetelmää käyttämällä saadut numeeriset arvot voidaan esittää vain tietyllä tarkkuudella. Kun mitattavaa suureta pidetään satunnaismuuttujana, epävarmuus voidaan määrittää käyttäen tilastollisia tunnuslukuja. Epävarmuuden mallinnuksessa oletetaan, että 1) epävarmuus on homogeenista, 2) havaitut arvot eivät korreloi ja 3) havaitut arvot ovat normaali jakautuneita.

C.3.2 Yksiulotteisen satunnaismuuttujan Z mittari

Esimerkiksi reaaliarvoilla ilmaistavan jatkuvan suureen tapauksessa on mahdotonta antaa todennäköisyyttä sille, että suureen tietty arvo on oikea. Sen sijaan, voidaan antaa todennäköisyys, jolla oikea arvo on tietyllä arvovälillä. Tätä väliä kutsutaan luottamusväliksi ja se kuvataan antamalla varmuusprosentti ja välin max ja min arvot. Tätä varmuusprosenttia P kutsutaan myös merkitsevyytasoksi.

$$P(\text{Lower limit} \leq \text{true value} \leq \text{Upper limit}) = P$$

Jos keskihajonta σ tunnetaan, saadaan min ja max arvot normaalijakauman kvanttileista u .

$$P(z_t - u \cdot \sigma \leq \text{true value} \leq z_t + u \cdot \sigma) = P$$

Taulukko C.2. Normaalijakauman kvanttileiden ja merkitsevyytason välinen suhde. Perusmittarin LE (linear error = keskivirhe) arvo annetaan eri varmuustasoille ja se perustuu keskihajontaan.

Varmuus-prosentti P	Kvanttiili, varmuuskerroin	Laadun perusmittari	Nimi	Tietotyyppi
P = 68.3 %	$u_{68.3\%} = 1$	$u_{68.3\%} \cdot \sigma_Z$	LE68.3	Mitta
P = 50 %	$u_{50\%} = 0,6745$	$u_{50\%} \cdot \sigma_Z$	LE50	Mitta
P = 90 %	$u_{90\%} = 1,645$	$u_{90\%} \cdot \sigma_Z$	LE90	Mitta
P = 95 %	$u_{95\%} = 1,960$	$u_{95\%} \cdot \sigma_Z$	LE95	Mitta
P = 99 %	$u_{99\%} = 2,576$	$u_{99\%} \cdot \sigma_Z$	LE99	Mitta
P = 99.8 %	$u_{99.8\%} = 3$	$u_{99.8\%} \cdot \sigma_Z$	LE99.8	Mitta

Jos keskihajonta on tuntematon, mutta satunnaismuuttujaa Z mitataan toistuvasti N kertaa toisistaan riippumattomilla mittaauksilla, voidaan keskihajonta estimoida havainnoista. Alla olevassa kaavassa z_{mi} on i :s suurelle mitattu arvo. Jos todellinen arvo z_t Z:lle tunnetaan, voidaan keskihajonta estimoida seuraavalla kaavalla

$$s_Z = \sqrt{\frac{1}{r} \sum_{i=1}^N (z_{mi} - z_t)^2}, \quad r \text{ on toistettujen riippumattomien mittausten lukumäärä, } r = N.$$

Jos todellista arvoa ei tunneta, voidaan se estimoida laskemalla aritmeettinen keskiarvo

$$z_t = \sum_{i=1}^N z_{mi}. \quad \text{Keskihajonta voidaan laskea käyttäen samaa kaavaa, sijoittamalla } r = N-1.$$

Jos keskihajonta estimoidaan toistettujen mittausten avulla, saadaan luottamusväli käyttämällä Studentin t-jakaumaa parametrilla r .

$$P(-t \cdot s_z \leq Z - z_t \leq t \cdot s_z) = P, \text{ jossa } (Z - z_t) / s_z \sim t(r).$$

Taulukko C.3. Student'in t-jakauman kvantiilien ja erilaisten merkitsevyystasojen suhde käytettäessä r :n eri arvoja.

Varmuusprosentti P	Kvantiili kun $r = 10$	Kvantiili Kun $r = 5$	Kvantiili kun $r = 4$	Kvantiili kun $r = 3$	Kvantiili kun $r = 2$	Kvantiili kun $r = 1$
P = 50 %	$t = 1.221$	$t = 1.301$	$t = 1.344$	$t = 1.423$	$t = 1.604$	$t = 2.414$
P = 68.3 %	$t = 1.524$	$t = 1.657$	$t = 1.731$	$t = 1.868$	$t = 2.203$	$t = 3.933$
P = 90 %	$t = 2.228$	$t = 2.571$	$t = 2.776$	$t = 3.182$	$t = 4.303$	$t = 12.706$
P = 95 %	$t = 2.634$	$t = 3.163$	$t = 3.495$	$t = 4.177$	$t = 6.205$	$t = 25.452$
P = 99 %	$t = 3.581$	$t = 4.773$	$t = 5.598$	$t = 7.453$	$t = 14.089$	$t = 127.321$
P = 99.8 %	$t = 4.587$	$t = 6.869$	$t = 8.610$	$t = 12.924$	$t = 31.599$	$t = 636.619$

Taulukko C.4. Laadun perusmittareita eri varmuusprosentteille P yksidimensioisessa tapauksessa, kun keskihajonta on estimoitu toistetuista mittauksista. T :n arvot eri r :n arvoille saadaan taulukosta C.3.

Todennäköisyys P	Laadun perusmittari	Nimi	Tietotyyppi
P = 50.0 %	$t_{50\%}(r) \cdot s_Z$	LE50(r)	mitta
P = 68.3 %	$t_{68.3\%}(r) \cdot s_Z$	LE68.3(r)	mitta
P = 90.0 %	$t_{90\%}(r) \cdot s_Z$	LE90(r)	mitta
P = 95.0 %	$t_{95\%}(r) \cdot s_Z$	LE95(r)	mitta
P = 99.0 %	$t_{99\%}(r) \cdot s_Z$	LE99(r)	mitta
P = 99.8 %	$t_{99.8\%}(r) \cdot s_Z$	LE99.8(r)	mitta

Yksiulotteisten mittaustulosten laadun perusmittarit perustuvat kvantileihin, jotka on esitetty taulukoissa C.2 ja C.4. Niiden kummankin tarkoituksena on kuvata epävarmuutta antamalla luottamusvälin ylä- ja ala-arvot. Edellä esitettyjen tapausten ero luottamusvälin määrittämisessä on siinä, miten keskihajonta saadaan. Jos keskihajonta tunnetaan apriori, silloin käytetään taulukkoa C.2. Jos keskihajonta lasketaan toistetuista mittauksista, silloin käytetään taulukkoa C.4 ja C.3.

C.3.3 Kaksiulotteisen satunnaismuuttujan X,Y mittari

Yksiulotteinen tapaus voidaan laajentaa kaksidimensioiseksi, tällöin havainnosta saadaan aina kaksi arvoa. Voimassa ovat samat oletukset.

Havainnot ovat x_{mi} and y_{mi} . Yksidimensioisen tapauksen luottamusväliä vastaa kaksidimensioisessa tapauksessa luottamusalue, joka useimmiten kuvataan ympyränä todellisen arvon parhaan estimaatin ympärillä (vrt. virhe-ellipsi). Todennäköisyys sille, että todellinen arvo on tämän luottamusalueen sisällä, saadaan laskemalla integraali normaalijakauman kaksiulotteisesta tiheysfunktioista. Ympyrää kuvaa sen säde. Tämä säde on kaksidimensioisen satunnaismuuttujan tarkkuuden mittari.

$$P(\text{radius } \sigma_X, \sigma_Y) = \frac{1}{2\pi\sigma_X\sigma_Y} \iint_{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 = \text{radius}^2} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{(x-x_i)^2}{\sigma_X^2} + \frac{(y-y_i)^2}{\sigma_Y^2}\right)} dx dy$$

Tietuille varmuusprosentteille P säde voidaan laskea keskihajonnoista σ_x ja σ_y .

Taulukko C.5. Varmuusprosentin P ja luottamusaluetta kuvaavan ympyrän säteen suhteita. Perusmittari CE (circular error = keskivirhe ympyrä, kaksiulotteinen keskivirhe) on ympyrän säde laskettuna taulukossa tietyille varmuusprosentteille x :n ja y :n keskihajonnoista.

Varmuusprosentti P	Laadun perusmittari	Nimi	Tietotyyppi
$P = 39,4 \%$	$\frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE39.4	Mitta
$P = 50 \%$	$\frac{1,1774}{\sqrt{2}}\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE50	Mitta
$P = 90 \%$	$\frac{2,146}{\sqrt{2}}\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE90	Mitta
$P = 95 \%$	$\frac{2,4477}{\sqrt{2}}\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE95	Mitta
$P = 99.8 \%$	$\frac{3,5}{\sqrt{2}}\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	CE99.8	Mitta

C.3.4 Kolmiulotteisen satunnaismuuttujan X, Y, Z mittari

Yksiulotteisen satunnaismuuttujan tapaus voidaan laajentaa kolmedimensioiseen tapaukseen, jossa suuretta havaitaan aina kolmella arvolla. Mittauksen arvo annetaan (x, y, z) arvona. Samat oletukset kuin yksidimensioisessa tapauksessa.

Havainnot ovat x_{mi} , y_{mi} and z_{mi} . Yksidimensioista luottamusväliä vastaa kolmedimensioinen luottamusalue (confidence sphere), joka kuvataan todellisen arvon parhaan estimaatin ympärillä (vrt. virhe-ellipsoidi).

Todennäköisyys, että todellinen arvo on tietyn säteen määräämän pallon sisällä, lasketaan integroimalla normaalijakauman kolmiulotteinen tiheysfunktio.

Taulukko C.6. Varmuusprosentin P ja sitä vastaavaa luottamusaluetta kuvaavan pallon säteen suhde. Säde laskettuna x :n, y :n ja Z :n keskihajonnoista.

Todennäköisyys P	Laadun perusmittari	Nimi	Tietotyyppi
$P = 50 \%$	$0.51 \cdot (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	Todennäköinen pallovirhe (SEP=spherical error probable)	Mitta
$P = 61 \%$	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2}$	Keskipallovirhe (MRSE=mean radial spherical error)	Mitta
$P = 90 \%$	$0.833 \cdot (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	90 % kolmiulotteinen varmuustaso (spherical accuracy standard)	Mitta
$P = 99 \%$	$1.122 \cdot (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$	99 % kolmiulotteinen varmuustaso (spherical accuracy standard)	Mitta

Liite D

Laatumittareiden luettelo

Laatumittarit on listattu laatutekijöittäin. Erikseen on lueteltu mittarit, jotka soveltuvat:

- täydellisyyden
- loogisen eheyden
- sijaintitarkkuuden
- ajallisen tarkkuuden
- ominaisuustarkkuuden mittaamiseen.

Alkuperäisessä tekstissä on esitetty jokainen mittari omana taulukkonaan eritellen synonyymit, kuvattavan laadun tekijän ja osatekijät, käytetyn perusmittarin, määritelmät ja tarkemman kuvauksen, parametrit, tietotyyppin, viittauksen lähdeaineistoon ja käyttöesimerkin.

Mittarit on tässä suosituksessa koottu tiivistettyihin taulukoihin. Taulukot on nimetty mitattavan laatutekijän ja mitattavan laatutekijän osatekijän mukaan. Taulukkoon on otettu seuraavat mittarin rakenteeseen liittyvät tiedot:

- nimi ja mahdolliset aliakset
- käytetty perusmittari (jos mittari on johdettu perusmittarista)
- mittarin määritelmä, kuvaus, parametrit ja tietotyyppi
- mahdollisia lisätietoja kuten lähde tai huomautuksia
- tunniste (ID)

D.1 Täydellisyyden mittarit

D.1.1 Yleistä

Laadun kuvailu tulisi suorittaa käyttäen tässä liitteessä esitettyjä mittareita. Paikkatiedon laadun luonteesta johtuen luettelo ei voi olla täydellinen. Tilanteissa, joissa joudutaan määrittelemään uusia mittareita, tulee perustana käyttää edellä esitettyjä perusmittareita, liitteessä B esitettyä mittarin rakennetta ja liitteessä A (ei sisälly tähän suositukseen) kuvattua menettelytapaa.

D.1.2 Ylimääräinen tieto

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Mittarin määritelmä	Tietotyyppi
1	Ylimääräinen yksilö	Virheellisyys-indikaattori	Indikaattori, joka ilmaisee että, yksilö on aineistossa virheellisesti	totuusarvo
2	Ylimääräisten yksilöiden lkm	Virheellisten lukumäärä	Sellaisten yksilöiden lukumäärä, joiden ei pitäisi olla aineistossa	kokonaisluku
3	Ylimääräisten yksilöiden suhde	Virheellisyys-suhde	Ylimääräisten yksilöiden lukumäärän suhde yksilöiden lukumäärään, jonka tulisi olla aineistossa	reaaliluku, prosenttiluku, suhde

4	Oikein kerättyjen yksilöiden suhde	Oikeellisuus-suhde	Oikein kerättyjen yksilöiden lukumäärän suhde yksilöiden lukumäärään, joka tulisi olla aineistossa	reaaliluku, prosenttiluku, Suhdeluku
5	Kahteen kertaan kerättyjen yksilöiden lkm	Virheellisten lukumäärä	Geometrialtaan kahteen kertaan kerättyjen yksilöiden lukumäärä aineistossa	Kokonaisluku

D.1.3 Puuttuva tieto

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Mittarin määritelmä	Tietotyyppi
6	Puuttuva yksilö	Virheellisyys-indikaattori	Indikaattori, joka ilmaisee, että yksilö puuttuu aineistosta	Totuusarvo
7	Puuttuvien yksilöiden lukumäärä	Virheellisten lukumäärä	Sellaisten puuttuvien yksilöiden lukumäärä, joiden pitäisi olla aineistossa	Kokonaisluku
8	Puuttuvien yksilöiden suhde	Virheellisyys-suhde	Puuttuvien yksilöiden lukumäärän suhde yksilöiden lukumäärään, jonka pitäisi olla aineistossa	reaaliluku, prosenttiluku, Suhdeluku

D.2 Loogisen eheyden mittarit

D.2.1 Käsitteellinen eheys

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Mittarin määritelmä	Tietotyyppi
9	Epäyhdenmukaisuus käsitekaavion kanssa	Virheellisyys-indikaattori	Indikaattori, joka ilmaisee, että yksilö ei ole yhdenmukainen sitä vastaavan käsitekaavion kanssa	Totuusarvo
10	Yhdenmukaisuus käsitekaavion kanssa	Oikeellisuus-indikaattori	Indikaattori, joka ilmaisee, että yksilö on yhdenmukainen sitä vastaavan käsitekaavion kanssa	Totuusarvo
11	Käsitekaavion kanssa epäyhdenmukaisten yksilöiden määrä	Virheellisten lukumäärä	Käsitekaavion kanssa epäyhdenmukaisten yksilöiden lukumäärä tietoaaineistossa	Kokonaisluku
12	Virheellisten päällekkäisyys-relaatioiden lukumäärä	Virheellisten lukumäärä	Virheellisten päällekkäisyys-relaatioiden lukumäärä tietoaaineistossa	Kokonaisluku
13	Käsitekaavion sääntöjen kanssa epäyhdenmukaisten yksilöiden suhde	Virheellisyys-suhde	Käsitekaavion kanssa epäyhdenmukaisten yksilöiden lukumäärän suhde niiden yksilöiden kokonaislukumäärään, joiden tulisi olla tietoaaineistossa	reaaliluku, prosenttiluku, suhdeluku
14	Käsitekaavion sääntöjen kanssa yhdenmukaisten yksilöiden suhde	Oikeellisuus-suhde	Käsitekaavion kanssa yhdenmukaisten yksilöiden lukumäärän suhde niiden yksilöiden kokonaislukumäärään, joiden tulisi olla tietoaaineistossa	reaaliluku, prosenttiluku, suhdeluku

D.2.2 Arvojoukkoeheys

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Mittarin määritelmä	Tietotyyppi
15	Arvoalue-epäyhtenevyys	Virheellisyys-indikaattori	Indikaattori, joka ilmaisee, että tietoyksilö ei ole annetulla arvoalueella	totuusarvo
16	Arvoalue-yhtenevyys	Oikeellisuus-indikaattori	Indikaattori, joka ilmaisee, että tietoyksilö on annetulla arvoalueella	totuusarvo
17	Arvoalue-epäyhtenevien yksilöiden lkm	Virheellisten lukumäärä	Arvoalue-epäyhtenevien yksilöiden lukumäärä tietoaineistossa	kokonaisluku
18	Arvoalue-yhtenevyys	Oikeellisten Lukumäärä	Arvoalue-yhtenevien yksilöiden lukumäärä tietoaineistossa	kokonaisluku
19	Arvoalue-epäyhtenevyys-suhde	Virheellisyys-Suhde	Arvoalue-epäyhtenevien yksilöiden lukumäärän suhde yksilöiden kokonaislukumäärään tietoaineistossa	reaaliluku, prosenttiluku, suhdeluku

D.2.3 Formaattieheys

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Mittarin määritelmä	Tietotyyppi
20	Fyysisen rakenteen konfliktien lkm	Virheellisten lukumäärä	Tietoaineiston fyysisen rakenteen kanssa konfliktissa tallennettujen yksilöiden lukumäärä aineistossa	kokonaisluku
21	Fyysisen rakenteen konfliktien suhde	Virheellisyys-suhde	Tietoaineiston fyysisen rakenteen kanssa konfliktissa tallennettujen yksilöiden lukumäärän suhde yksilöiden kokonaismäärään aineistossa	reaaliluku, prosenttiluku, suhdeluku

D.2.4 Topologinen eheys

Topologisen eheyden mittareista huomautetaan, että ne on tarkoitettu toimimaan yksilöiden geometrinen esitysten topologisen eheyden testaamisessa. Ne eivät ole tarkoitettu standardin ISO 19107 mukaisten topologisia kohteita käyttävien topologian eksplisiittisten kuvausten eheyden testaukseen.

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Määritelmä	Tietotyyppi	Kuvaus/parametrit
22	Virheellisten piste-viiva yhdistävyys-relaatioiden määrä/Asiaan-kuulumattomat solmut	Virheellisten lukumäärä	Virheellisten piste-viiva yhdistävyys-relaatioiden määrä	Kokonaisluku	Yhdistävyys-relaatio on virheellinen, jos tallennettu relaatio ei vastaa todellisuutta

23	Virheellisten piste-viiva yhdistävyys-relaatioiden suhde	Virheellisyys-suhde	Virheellisten piste-viiva yhdistävyys-relaatioiden suhde todellisten relaatioiden määrään	Reaaliluku, prosenttiluku, suhde	Yhdistävyys-relaatio on virheellinen, jos tallennettu relaatio ei vastaa todellisuutta
24	Liian lyhyestä viivasta johtuvien puuttuvien yhdistävyys-relaatioiden määrä	Virheellisten lukumäärä	Parametrina annetun yhdistämistoleranssin ulkopuolelle jäävien viivojen vuoksi puuttuvien yhdistävyys-relaatioiden lkm	Kokonaisluku	Parametrina hakuetaisyys (toleranssi) solmutettavan viivan päätesolmusta
25	Liian pitkästä viivasta johtuvien puuttuvien yhdistävyys-relaatioiden määrä.	Virheellisten lukumäärä	Parametrina annetun hakusäteen ulkopuolelle jäävien viivojen vuoksi puuttuvien yhdistävyysrelaatioiden lkm	Kokonaisluku	Parametrina hakusäteen pituus, jolla haetaan leikkaavaa viivaa.
26	Virheellisten kaistaleiden määrä	Virheellisten lukumäärä	Virheellisten kaistaleiden lukumäärä aineistossa	Kokonaisluku	Kaistale on merkityksetön reunaviivojen leikkausalue, joka syntyy, kun esim. kaksi vierekkäistä aluetta digitoidaan epätarkasti. Parametrit: kaistaleen maksimikoko ja leveys Lähde: ESRI GIS Data Reviewer 4.2 User Guide
27	Virheellisten itseäänleikkaavuuksien lkm/ luuppi (loop)	Virheellisten lukumäärä	Virheellisesti itseään leikkaavien yksilöiden lkm	Kokonaisluku	
28	Virheellisten itsensä kanssa päällekkäisyyksien lkm/ taaksepäinpaluu (kickbacks)	Virheellisten lukumäärä	Virheellisesti itsensä kanssa päällekkäisten yksilöiden lkm	Kokonaisluku	

D.3 Sijaintitarkkuus

D.3.1 Absoluuttinen tai ulkoinen tarkkuus

D.3.1.1 Yleiset sijaintiepävarmuuden mittarit

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Määritelmä	Tietotyyppi	Kuvaus, parametrit, lisätiedot
29	Koordinaattierojen keskiarvo 1D,2D,3D (Mean value of positional uncertainties)	ei ole	Pisteille laskettujen koordinaattierojen keskiarvo. Koordinaattierot pisteille on määritelty mitattujen pisteiden ja totena pidettyjen pisteiden etäisyyksinä	Mitta	Joukolle pisteitä (N), mitatut koordinaattiarvot ovat x_{mi} , y_{mi} and z_{mi} riippuen dimensiosta. Vastaavat totena pidetyt koordinaattiarvot ovat, x_{ti} , y_{ti} and z_{ti} . Virheet lasketaan kaavoilla: 1D: $e_i = x_{mi} - x_{ti} $ 2D: $e_i = \sqrt{(x_{mi} - x_{ti})^2 + (y_{mi} - y_{ti})^2}$ 3D: $e_i = \sqrt{(x_{mi} - x_{ti})^2 + (y_{mi} - y_{ti})^2 + (z_{mi} - z_{ti})^2}$ Absoluuttinen tai ulkoinen tasokoordinaattierojen keskiarvo lasketaan kaavalla: $\bar{e} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i$ Huom: tämä mittari on eri kuin keskihajonta.
30	Koordinaattierojen keskiarvo (ilman outlieriä/karkeita virheitä)	ei ole	Mitatuista arvoista poistetaan ensin virhemaksimin ylittävät koordinaattierot. Lasketaan jäljelle jääneistä koordinaattierojen keskiarvo	Mitta	Joukolle pisteitä (N), mitatut koordinaattiarvot ovat x_{mi} , y_{mi} and z_{mi} riippuen dimensiosta. Pisteet x_{ti} , y_{ti} ja z_{ti} , ovat vastaavat totena pidetyt arvot. Kaikki määritellyn kynnyksarvon e_{max} ylittävät koordinaattierot poistetaan joukosta. Koordinaattierot lasketaan kaavalla $e'_i = \begin{cases} e_i, & \text{if } e_i \leq e_{max} \\ 0, & \text{if } e_i > e_{max} \end{cases}$ e_i on laatumittarin "koordinaattierojen keskiarvo" yhdessä, kahdessa tai kolmessa dimensiossa. Jäljellejääneelle virheellisten määrälle (N_R), absoluuttisten tasosijaintien koordinaattierojen keskiarvo lasketaan kaavalla.

					$\bar{e}_{\text{excluding outliers}} = \frac{1}{N_R} \sum_{i=1}^N e'_i$
					Parametri: hyväksytyt sijaintiepävarmuudet = e_{\max}
31	Annettua kynnysarvoa suurempien koordinaattierojen lukumäärä.	Virheiden lukumäärä	Lasketaan mitattujen pisteiden ja totena pidettyjen pisteiden avulla pisteiden koordinaattierot. Annettua kynnysarvoa suuremmat koordinaattierot määritellään virheiksi. Lasketaan virheellisten lukumäärä	Kokonaisluku	Virheet lasketaan käyttäen edellä annettua koordinaattierojen kaavaa. Virheiksi katsotaan kaikki annettua parametria suuremmat koordinaattierot. Parametri: hyväksytyt sijaintiepävarmuudet = e_{\max}
32	Annettua kynnysarvoa suurempien koordinaattierojen suhde	Ei ole	Lasketaan totena pidettyjen arvojen avulla koordinaattierojen keskiarvo. Annettu parametri määrittää kynnysarvon, jota suuremmat koordinaattierot ovat virheellisiä. Lasketaan virheellisten lukumäärä. Lasketaan virheellisten suhde koko määrään.	Reaaliluku, prosenttiluku, suhdeluku	Virheet lasketaan käyttäen edellä annettua koordinaattierojen kaavaa. Virheiksi katsotaan kaikki annettua parametria suuremmat koordinaattierot. Parametri: hyväksytyt sijaintiepävarmuudet = e_{\max}

33	Kovarianssimatriisi, varianssi-kovarianssi -matriisi	ei ole	Symmetrinen neliömatriisi, jossa päädiagonaalilla ovat pisteiden koordinaattiarvojen varianssit ja muissa alkoissa pisteiden väliset kovarianssit.	mitta (matriisi)	<p>Kovarianssimatriisi yleistää varianssin käsitteen yhdestä useampaan dimensioon, esimerkiksi skalaariarvoista vektoriarvoihin.</p> <p>(1) 1D koordinaatit (esim. korkeustieto)</p> <p>Satunnaisvektori: $x = (x_1 \dots x_n)$</p> <p>Sen kovarianssimatriisi: $\Sigma_{xx} = \begin{bmatrix} \sigma_{x1}^2 & \dots & \sigma_{x1xn} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{xnx1} & \dots & \sigma_{xn}^2 \end{bmatrix}$, jossa $\sigma_{x1xn} = \sigma_{xnx1}$</p> <p>$\sigma_{x1}^2$ on elementin x_1 varianssi, sen neliöjuuri antaa keskihajonnan</p> <p>$\sigma_{x1} = \sqrt{\sigma_{x1}^2}$.</p> <p>Kahden elementin korrelaatio voidaan laskea</p> <p>$\rho_{xixj} = \frac{\sigma_{xixj}}{\sigma_{xi}\sigma_{xj}}$. Jos koordinaatit eivät korreloi diagonaalin ulkopuoliset elementit saavat arvon 0.</p> <p>(2) 2D koordinaatit</p> <p>Satunnaisvektori: $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$</p> <p>Sen kovarianssimatriisi: $\Sigma_{xx} = \begin{bmatrix} \sigma_{x1}^2 & \sigma_{x1y1} & \dots & \sigma_{x1yn} \\ \sigma_{y1x1} & \sigma_{y1}^2 & \dots & \sigma_{y1yn} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{ynx1} & \sigma_{yny1} & \dots & \sigma_{yn}^2 \end{bmatrix}$,</p>
----	--	--------	--	------------------	--

(3) 3D koordinaatit

Satunnaisvektori: $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ \vdots \\ y_n \\ z_n \end{bmatrix}$

Sen kovarianssimatriisi:

$$\Sigma_{xx} = \begin{bmatrix} \sigma_{x1}^2 & \sigma_{x1y1} & \sigma_{x1z1} & \cdots & \sigma_{x1yn} & \sigma_{x1zn} \\ \sigma_{x1y1} & \sigma_{y1}^2 & \sigma_{y1z1} & \cdots & \sigma_{y1yn} & \sigma_{y1zn} \\ \sigma_{x1z1} & \sigma_{y1z1} & \sigma_{z1}^2 & \cdots & \sigma_{z1yn} & \sigma_{z1zn} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{x1yn} & \sigma_{y1yn} & \sigma_{z1yn} & \cdots & \sigma_{yn}^2 & \sigma_{ynzn} \\ \sigma_{x1zn} & \sigma_{y1zn} & \sigma_{z1zn} & \cdots & \sigma_{ynzn} & \sigma_{zn}^2 \end{bmatrix},$$

• (4) mielivaltainen havainto

Satunnaisvektori: $x = \begin{bmatrix} a \\ b \\ \vdots \\ z \end{bmatrix}$

Sen kovarianssimatriisi:

$$\Sigma_{xx} = \begin{bmatrix} \sigma_a^2 & \sigma_{ba} & \cdots & \sigma_{za} \\ \sigma_{ab} = \sigma_{ba} & \sigma_b^2 & \cdots & \sigma_{zb} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{az} = \sigma_{za} & \sigma_{bz} = \sigma_{zb} & \cdots & \sigma_z^2 \end{bmatrix}$$

D.3.1.2 Korkeussijaintitarkkuus

Korkeudenmittaukset ovat yksidimensioisia sijaintihavaintoja. Suuretta ”korkeus” voidaan pitää yksidimensioisena satunnaismuuttujana. Korkeusmittauksien laadun mittarit perustuvat siis laadun perusmittariin ”yksidimensioinen satunnaismuuttuja”.

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Määritelmä	Tietotyyppi	Kuvaus, parametrit, lisätietoa
34	Todennäköinen lineaarinen virhe/ LEP	LE50 tai LE50(r)	Ylä- ja ala-arvoina annetun luottamusvälin puolikkaan pituus. Todellinen arvo on tällä välillä varmuudella 50 %.	Mitta	Kuvaus: katso C.3.2 r = havaintojen lukumäärä (LEP = linear error porbable)
35	Lineaarinen keskivirhe (standard linear error) / SD, Keskihajonta, keskivirhe, 1σ	LE68.3 tai LE68.3 (r)	Ylä- ja ala- arvoina annetun luottamusvälin puolikkaan pituus. Todellinen arvo on tällä välillä varmuudella 68.3%	Mitta	Kuvaus: katso C.3 Normaalijakautuneessa aineistossa tarkoittaa yhden keskihajonnan (yhden sigman) päässä olevien arvojen joukkoa. SD = standard deviation
36	Lineaarinen kartan tarkkuus 90 %:n varmuudella/ LMAS 90 %	LE90 tai LE90(r)	Max ja min arvoina annetun vaihteluvälin puolikas. Todellinen arvo on tällä välillä varmuudella 90 %.	Mitta	Kuvaus: katso C.3.2
37	Lineaarinen kartan tarkkuus 95 %:n	LE 90 tai LE90(r)	Max ja min arvoina annetun vaihteluvälin	Mitta	Kuvaus: katso C.3.2 Normaalijakautuneessa aineistossa 95 % arvoista on kahden keskihajonnan sisällä.

	varmuudella/ LMAS 95 % 2 σ		puolikas. Todellinen arvo on tällä välillä varmuudella 95 %.		
38	Lineaarinen kartan tarkkuus 95 %:n varmuudella/ LMAS 95 % 2 σ	LE 90 tai LE90(r)	Sama kuin edellä! Duplikaatti!	Mitta	Kuvaus: katso C.3.2 Normaalijakautuneessa aineistossa 95 % arvoista on kahden keskihajonnan sisällä.
39	Lineaarinen kartan tarkkuus 99 %:n varmuudella/ LMAS 99 %	LE99 tai LE99(r)	Max ja min arvoina annetun vaihteluvälin puolikas. Todellinen arvo on tällä välillä varmuudella 99 %.	mitta	
40	Lähes varma lineaarinen virhe Near certainty linear error 3 σ	LE99.8 tai LE99.8 (r)	Max ja min arvoina annetun vaihteluvälin puolikas. Todellinen arvo on tällä välillä varmuudella 99.8%	mitta	
41	Keskineliövirheen neliöjuuri/ neliökeskivirhe/ RMSE	Ei ole	Keskihajonta, kun todellista arvoa ei estimoida havainnoista vaan se tunnetaan a priori.	mitta	Todellinen Z :n arvo tunnetaan, se on z_t . Tästä lasketaan havaittujen arvojen ja todellisten arvojen neliöllisten erotusten neliöjuuri, kaavalla $\sigma_z = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Z_{mi} - z_t)^2}$ joka on RMSE = σ_z .

					(RMSE = root mean square error)
--	--	--	--	--	---------------------------------

42	Harhaisen korkeustiedon absoluuttinen keskivirhe 90% varmuudella (NATO)/LMAS	ei ole	Harhaisen korkeustiedon (systemaattista virhettä) koordinaattien absoluuttinen korkeustarkkuus ilmaistuna (linear error) keskivirheenä 90 % varmuudella.	mitta	<p>Testattavaa aineistoa (source) ja referenssiaineistoa (control/reference) verrataan seuraavasti:</p> <ol style="list-style-type: none"> Lasketaan korkeusdimension absoluuttinen virhe jokaisessa pisteessä: $\delta V_i = sourceV_i - referenceV_i$ kaikille $i = 1 \dots N$ Lasketaan harhan absoluuttinen arvo: $\overline{\delta V} = \left \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta V_i \right$ Lasketaan testattavan aineiston (source) ja referenssiaineiston mitattujen erojen lineaarinen keskihajonta: $\sigma_M = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \Delta V_i^2}$ Lasketaan referenssiaineiston lineaarinen keskihajonta: σ_R Lasketaan testattavan aineiston lineaarinen keskihajonta: $\sigma_V = \sqrt{\sigma_M^2 + \sigma_R^2}$ Lasketaan absoluuttisen keskivirheen ja keskihajonnan suhde: $ratio = \frac{ \overline{\delta V} }{\sigma_V}$ Jos $ratio > 1.4$, silloin $LMAS = \sigma_V \cdot [1.282 + ratio]$ Jos $ratio \leq 1.4$, laske k vertikaalisen harhan ja korkeuden keskihajonnan suhteesta, käyttäen: $LMAS = \sigma_V \cdot [1.6435 + 0.92 \times ratio^2 - 0.28 \times ratio^3]$ <p>Lähde: NATO STANAG 2215 IGEO (EDITION 6) – Maastokarttojen ja ilmailukarttojen</p>
----	--	--------	--	-------	---

				arviointi sekä digitaalisten maastoaineistojen arviointi.
43	Harhaisen korkeustiedon absoluuttinen keskivirhe 90% varmuudella/ALE	ei ole	Harhaisen korkeustiedon absoluuttinen vertikaalinen koordinaattien tarkkuus, ilmaistuna keskivirheenä 90 % varmuudella.	<p>Lähtöaineistoa (source) ja referenssiaineistoa (control/reference) verrataan seuraavasti:</p> <ol style="list-style-type: none"> Lasketaan korkeusdimension absoluuttinen virhe jokaisessa pisteessä seuraavasti: $\delta V_i = sourceV_i - referenceV_i \quad \text{kaikille } i = 1 \dots N$ Lasketaan korkeusvirheen keskiarvo: $\overline{\delta V} = \left \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta V_i \right$ Lasketaan korkeusvirheiden keskihajonta: $\sigma_V = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \Delta V_i^2}$ Lasketaan absoluuttisen virheen keskiarvon ja keskihajonnan suhde: $ratio = \overline{\delta V} / \sigma_V$ Jos $ratio > 1.4$, silloin $k = 1.2815$ Jos $ratio \leq 1.4$, silloin lasketaan k perustuen vertikaalisen harhan ja keskihajonnan suhteeseen käyttäen kuutiopolynomin sovitusta taulukkoarvoilla (lähde: <i>Handbook of Tables for Probability and Statistics</i>) $k = 1.6435 - (0.999556 \times ratio) + (0.923237 \times ratio^2) - (0.282533 \times ratio^3)$ Lasketaan LE90 lähtöaineistolle: $LE90_{source} = \overline{\delta V} + (k \times \sigma_V)$ Lasketaan absoluuttinen LE90: $LE90_{abs} = \sqrt{LE90_{reference}^2 + LE90_{source}^2}$ <p>Parametri: Otokoko min 30 pistettä; kohdekohtainen otos 10 % populaatiosta. Lähde: Department of Defense, US.</p>

D.3.1.3 Tasosijaintiepävarmuus

Tasokoordinaatit määritetään kahdessa dimensiossa. Pisteiden sijainnin epävarmuutta voidaan kuvata käyttäen 2D satunnaismuuttujan laadun perusmittareita, jotka on kuvattu kappaleessa C.3.3.

ID	Mittarin nimi/Alias	Perusmittari	Määritelmä	Tietotyyppi	Kuvaus, parametrit, lisätietoa
44	Keskivirheympyrä/ Helmert'in pistevirhe/CSE	CE39.4	Säde, joka määrittää ympyrän, jonka sisällä todellinen pisteen sijainti on 39.4 % varmuudella	mitta	Katso C.3.3 (CSE = circular standard error)
45	Todennäköinen virheympyrä/CEP	CE50	Säde, joka määrittää ympyrän, jonka sisällä todellinen pisteen sijainti on varmuudella 50 %	mitta	Katso C.3.3 (CEP =circular error probable)
46	Kartan tarkkuuden virheympyrä/CMAS	CE90	Säde, joka määrittää ympyrän, jonka sisällä todellinen pisteen sijainti on varmuudella 90 %	mitta	Katso C.3.3 (CMAS = circular map accuracy standard)
47	Virheympyrä 95 % varmuudella/ navigointitarkkuus	CE95	Säde, joka määrittää ympyrän, jonka sisällä todellinen pisteen sijainti on varmuudella 95 %	mitta	Katso C.3.3

48	Lähes varma virheympyrä/CNCE	CE99.8	Säde, joka määrittää ympyrän, jonka sisällä todellinen pisteen sijainti on varmuudella 99,8%	mitta	Katso C.3.3 (CNCE = Circular near certainty error)
49	Tasomittauksen keskineliövirheen neliöjuuri/RMSEP/ keskivirhe	ei ole	Säde, joka määrittää ympyrän, jonka sisällä todellinen arvo on annetulla varmuudella.	mitta	Mitattavien koordinaattien X:n ja Y:n todelliset arvot x_t and y_t tunnetaan. Saadaan tasomittauksen keskihajonta = RMSEP $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(x_{mi} - x_t)^2 + (y_{mi} - y_t)^2]}$ (RMSEP = root mean square error of planimetry)
50	Harhaisen datan absoluuttinen virheympyrä 90 % varmuudella/CMAS	ei ole	Koordinaattien absoluuttinen tasosijaintitarkkuus, ilmaistuna virheympyränä 90 % varmuudella, kun datassa on harhaa	mitta	Lähtöaineistoa (source) ja referenssiaineistoa (control/reference) verrataan seuraavasti: 1. Lasketaan horisontaalidimension absoluuttinen virhe jokaisessa pisteessä X_i and Y_i -koordinaateille: $\delta X_i = (source X_i - reference X_i) \text{ and } \delta Y_i = (source Y_i - reference Y_i)$ jokaiselle $i = 1 \dots N$ 2. Lasketaan jokaisen koordinaatin horisontaalinen virheen keskiarvo: $\overline{\delta X} = \frac{1}{N} \sum_1^N \delta X_i \text{ and } \overline{\delta Y} = \frac{1}{N} \sum_1^N \delta Y_i$ 3. Lasketaan testattavan aineiston (source) ja referenssiaineiston mitattujen erojen keskivirheympyrä: $\sigma_{CM} = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left(\sum_{i=1}^N (\delta X_i - \overline{\delta X})^2 + \sum_{i=1}^N (\delta Y_i - \overline{\delta Y})^2 \right)}$ 4. Lasketaan referenssiaineiston keskivirheympyrä: σ_{CR}

				<p>5. Lasketaan testattavan aineiston (source) keskivirheymppyrä: $\sigma_C = \sqrt{\sigma_{CM}^2 + \sigma_{CR}^2}$</p> <p>6. Lasketaan harhaisen aineiston keskivirheymppyrä 90 % varmuudella (CMAS):</p> $CMAS = \sigma_C \cdot \left[1.2943 + \sqrt{\left(\frac{\overline{\delta X^2} + \overline{\delta Y^2}}{\sigma_C} \right) + 0.7254} \right]$ <p>(CMAS = circular map accuracy standard) Lähde: NATO STANAG 2215 IGEO (EDITION 6)</p>
51	Harhaisen datan absoluuttinen keskivirheymppyrä 90 % varmuudella/ ACE	Ei ole	Harhaisen datan absoluuttinen koordinaattien tasosijaintitarkkuus, ilmaistuna 90 % keskivirheymppyränä	mitta
				<p>Lähtöaineiston ja testiaineiston vertaaminen:</p> <ol style="list-style-type: none"> Lasketaan horisontaalinen absoluuttinen virhe jokaisessa pisteessä: $\Delta H_i = \sqrt{(sourceX_i - referenceX_i)^2 + (sourceY_i - referenceY_i)^2}$ for $i = 1 \dots N$ Lasketaan horisontaalisen virheen keskiarvo: $\mu_H = \frac{\sum \Delta H_i}{N}$ Lasketaan horisontaalisen virheen keskihajonta: $\sigma_H = \sqrt{\frac{\sum (\Delta H_i - \mu_H)^2}{(N-1)}}$ Lasketaan virheen keskiarvon absoluuttisen arvon ja keskihajonnan suhde: $ratio = \mu_H / \sigma_H$ Jos $ratio > 1.4$, silloin $k = 1.2815$ Jos $ratio \leq 1.4$, silloin laske k perustuen keskiarvon ja keskihajonnan suhteeseen käyttäen kuutiopolynomisovitusta ja taulukkoarvoja (lähde: <i>CRC Handbook of Tables for Probability and Statistics</i>) $k = 1.6435 - (0.999556 \times ratio) + (0.923237 \times ratio^2) - (0.282533 \times ratio^3)$ Laske lähtöaineiston CE90: $CE90_{source} = \mu_H + (k \times \sigma_H)$

					8. Lasketaan absoluuttinen CE90: $CE90_{abs} = \sqrt{CE90_{reference}^2 + CE90_{source}^2}$ (ACE = absolute circular error)
52	Virhe-ellipsi	Ei ole	2d ellipsi, jossa pääakselit indikoivat 2d pisteen suurimman ja pienimmän virheen suuntaa ja suuruutta.	mitta rakenn e: lista(a, b,φ)	<p>Annetusta 2D koordinaattidatan kovarianssimatriisista (laatumittari 53) voidaan määrittää virhe-ellipsi sen ominaisarvojen avulla. Yksittäiselle pisteelle k, kovarianssimatriisi on:</p> $\Sigma_{xx}^k = \begin{bmatrix} \sigma_{xk}^2 & \sigma_{xkyk} \\ \sigma_{ykyk} & \sigma_{yk}^2 \end{bmatrix}, \text{ jossa } \sigma_{xkyk} = \sigma_{ykyk}.$ <p>Virhe-ellipsin pääpuoliakselin suunta α (kaavassa virhe, po. $\varphi=\alpha$) voidaan laskea kaavoilla:</p> $\varphi = \frac{1}{2} \arctan \frac{2\sigma_{xkyk}}{\sigma_{xk}^2 - \sigma_{yk}^2}$ <p>ja</p> $a = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\sigma_{xk}^2 + \sigma_{yk}^2 + \sqrt{(\sigma_{xk}^2 - \sigma_{yk}^2)^2 + 4\sigma_{xkyk}^2} \right)}$ $b = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\sigma_{xk}^2 + \sigma_{yk}^2 - \sqrt{(\sigma_{xk}^2 - \sigma_{yk}^2)^2 + 4\sigma_{xkyk}^2} \right)}$ <p>Parametrit: Minimiotoskoko 30 pistettä. Kohdekohtaisessa otannassa 10 % populaatiosta.</p> <p>Lähde: Department of Defence/US</p>
53	Virhe-ellipsi 2D luottamusalue	ei ole	2D ellipsi, jonka kaksi pääakselia indikoivat 2D – pisteen suurimman ja pienimmän epävarmuuden suuntaa ja	mitta rakenn e: lista(a, b,φ)	<p>Annetusta kovarianssimatriisista (laatumittari 33) voidaan määrittää virhe-ellipsi sen ominaisarvojen perusteella.</p> <p>Yksittäiselle pisteelle k, kovarianssimatriisi on:</p>

			suuruutta	$\sum_{xx}^k = \begin{bmatrix} \sigma_{xk}^2 & \sigma_{xkyk} \\ \sigma_{ykxk} & \sigma_{yk}^2 \end{bmatrix}, \text{ jossa } \sigma_{xkyk} = \sigma_{ykxk}.$ <p>Pääpuoliakselin suunta α (kaavassa virhe, po. $\alpha = \varphi$) voidaan laskea kaavalla:</p> $\varphi = \frac{1}{2} \arctan \frac{2\sigma_{xkyk}}{\sigma_{xk}^2 - \sigma_{yk}^2}$ <p>ja</p> $a = \sqrt{\frac{1}{2} \chi_{1-\alpha}^2(2) \left(\sigma_{xk}^2 + \sigma_{yk}^2 + \sqrt{(\sigma_{xk}^2 - \sigma_{yk}^2)^2 + 4\sigma_{xkyk}^2} \right)}$ $b = \sqrt{\frac{1}{2} \chi_{1-\alpha}^2(2) \left(\sigma_{xk}^2 + \sigma_{yk}^2 - \sqrt{(\sigma_{xk}^2 - \sigma_{yk}^2)^2 + 4\sigma_{xkyk}^2} \right)}$ <p>2D-luottamusalueen $\chi_{1-\alpha}^2(2)$-jakauman arvot:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>$\chi_{1-\alpha}^2(2)$</td> </tr> <tr> <td>P = 1 - □ = 95%</td> <td>5,99</td> </tr> <tr> <td>P = 1 - □ = 99%</td> <td>9,21</td> </tr> </table> <p>Parametri: merkitsevyystaso $1-\alpha$</p>		$\chi_{1-\alpha}^2(2)$	P = 1 - □ = 95%	5,99	P = 1 - □ = 99%	9,21
	$\chi_{1-\alpha}^2(2)$									
P = 1 - □ = 95%	5,99									
P = 1 - □ = 99%	9,21									

D.3.2 Suhteellinen tai sisäinen tarkkuus

Tämä laadun elementin alaelementti käyttää samoja laadun mittareita kuin absoluuttinen tai ulkoinen tarkkuus. Evaluointimenetelmät eroavat.

ID	Mittarin nimi/Alias	Perus mittari	Määritelmä	Tietotyyppi	Kuvaus, parametrit, lisätietoa
----	---------------------	---------------	------------	-------------	--------------------------------

54	Suhteellinen korkeusvirhe varmuustasolla 90 % / Rel LE90	ei ole	Kahden saman tietoaineiston (tai saman kartan) kohteen korkeushavainnon satunnaisten virheiden tarkastelu suhteessa toisiinsa. On funktio kahden korkeushavainnon satunnaisista virheistä suhteessa yhteiseen datumiin.	mitta	<p>Department of Defence/US</p> <p>Mitatun datan (measured) ja kontrolli (true) aineiston vertailu seuraavasti:</p> <ol style="list-style-type: none"> Määritä kaikki mahdolliset pisteparikombinaatiot: Point Pair Combinations = $m = n(n-1) / 2$ Laske absoluuttinen korkeusvirhe kaikissa pisteissä: $\Delta Z_i = \text{Measured Height}_i - \text{True Height}_i$ kaikille $i = 1 \dots n$ Laske suhteellinen korkeusvirhe kaikissa pisteissä: $\Delta Z_{rel\ kj} = \Delta Z_k - \Delta Z_j$ kaikille $k = 1 \dots m-1, j = k+1, \dots m$ Laske suhteellinen vertikaalinen keskihajonta: $\sigma_{Z_rel} = \sqrt{\frac{\sum \Delta Z_{rel}^2}{m-1}}$ Laske Rel LE konvertoiden sigma 90 % varmuustasoon: Rel LE90 = $1.645 \sigma_{Z_rel}$ <p>Parametri: n= otoskoko Lähde: Department of Defense, US</p>
55	Suhteellinen taso(horisontaali) virhe varmuustasolla 90%/RelCE90	ei ole	Kahden kohteen tasosijaintihavainnon satunnaisten virheiden tarkastelu suhteessa toisen saman tietoaineiston /kartan kohteen tasosijaintihavaintoon.	Mitta	<p>Mitatun datan ja kontrolliaineiston (tosi) vertaaminen:</p> <ol style="list-style-type: none"> Määritä kaikki mahdolliset pisteparikombinaatiot: Point Pair Combinations = $m = n(n-1) / 2$ Laske absoluuttiset virheet X ja Y dimensioissa kaikille pisteille: $\Delta X_i = \text{Measured } X_i - \text{True } X_i$ kaikille $i = 1 \dots n$ $\Delta Y_i = \text{Measured } Y_i - \text{True } Y_i$ kaikille $i = 1 \dots n$ Laske suhteellinen virhe X ja Y dimensiossa kaikille pisteparikombinaatioille: $\Delta X_{rel\ kj} = \Delta X_k - \Delta X_j$ kaikille $k = 1 \dots m-1, j = k+1, \dots m$ $\Delta Y_{rel\ kj} = \Delta Y_k - \Delta Y_j$ kaikille $k = 1 \dots m-1, j = k+1, \dots m$ laske suhteellinen keskihajonta kaikille akseleille:

				$\sigma_{X_rel} = \sqrt{\frac{\sum \Delta X_{rel}^2}{m-1}}$ $\sigma_{Y_rel} = \sqrt{\frac{\sum \Delta Y_{rel}^2}{m-1}}$ <p>5. Laske suhteellinen horisontaalinen keskihajonta:</p> $\sigma_{H_rel} = \sqrt{\frac{\sigma_{X_rel}^2 + \sigma_{Y_rel}^2}{2}}$ <p>6. Laske RelCE 90 % varmuustasolla: Rel CE90 = 2.146 σ_{H_rel}</p> <p>Parametrit: n=otoskoko Lähde: Department of Defence/US</p>
--	--	--	--	--

D.3.3 Rasteritiedon sijaintitarkkuus

Käytetään tasosijaintitarkkuuden mittareita

D.4 Ajallinen tarkkuus

D.4.1 Ajan mittauksen tarkkuus

Ajan mittauksia voidaan käsitellä 1-ulotteisina satunnaismuuttujina.

ID	Mittarin nimi	Perus-Mittari	Määritelmä	Tieto-tyyppi	Kuvaus
56	Ajallinen tarkkuus 68.3 % varmuudella	LE68.3 tai LE68.3(r)	Puolet ylemmän ja alemman arvon määrittämästä luottamusvälistä, jossa todellinen arvo on 68.3 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
57	Ajallinen tarkkuus 50 % varmuudella	LE50	Puolet ylemmän ja alemman arvon määrittämästä luottamusvälistä, jossa todellinen arvo on 50 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
58	Ajallinen tarkkuus 90 % varmuudella	LE90	Puolet ylemmän ja alemman arvon määrittämästä luottamusvälistä, jossa todellinen arvo on 90 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
59	Ajallinen tarkkuus 95 % varmuudella	LE95	Puolet ylemmän ja alemman arvon määrittämästä luottamusvälistä, jossa todellinen arvo on 95 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
60	Ajallinen tarkkuus 99 % varmuudella	LE99	Puolet ylemmän ja alemman arvon määrittämästä luottamusvälistä, jossa todellinen arvo on 99 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
61	Ajallinen tarkkuus 99.8 % varmuudella	LE99.8	Puolet ylemmän ja alemman arvon määrittämästä luottamusvälistä, jossa todellinen arvo on 99.8 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2

D.4.2 Ajallinen eheys

Ajallisen eheyden mittaamiseen ei ole mittaria.

D.4.3 Ajanmukaisuus

Kuten muutkin arvoalueisiin liittyvät laatumittarit (ID 15 - 19).

D.5 Temaattinentarkkuus

D.5.1 Luokittelun oikeellisuus

Yksilön sijoittaminen tiettyyn luokkaan on oikein tai väärin.

ID	Mittarin nimi	Perus-Mittari	Määritelmä	Tietotyyppi	Kuvaus, parametrit, lisätietoa
62	Virheellisesti luokiteltujen yksilöiden lkm	Virheellisten lkm	Virheellisesti luokiteltujen yksilöiden lukumäärä	Kokonaisluku	
63	Väärinluokittelu-suhde	Virheellisyys-Suhde	Virheellisesti luokiteltujen yksilöiden määrän suhde oletettuun kokonaismäärään	Reaaliluku, prosenttiluku, suhdeluku.	
64	Väärinluokittelumatriisi	Ei ole	Matriisi, joka kertoo luokan (i) alkioiden luokittelun luokkaan (i)	Kokonaisluku Rakenne: (nxn)matriisi	Neliömatriisi, jossa n saraketta ja n riviä. n on tarkasteltavana olevien luokkien määrä. $MCM(i,j) = (\# \text{ luokan (i) kohteet, luokiteltu luokkaan (j) })$ Diagonaalelementit kertovat oikeinluokiteltujen määrän, muut alkio vastaavasti väärin luokkiin luokiteltujen määrät.
65	Suhteellinen väärinluokittelumatriisi	ei ole	Matriisi, joka kertoo luokan (i) alkioiden luokittelun luokkaan (i) jaettuna luokan (i) alkioiden kokonaismäärällä	Reaaliluku, prosenttiluku, suhdeluku Rakenne: (nxn) matriisi	$RMCM(i,j) = (\# \text{ luokan (i)kohteet, luokiteltu luokkaan (j) }) / (\# \text{ yksilöitä luokassa (i)}) * 100 \%$

66	Kappa-tunnusluku	ei ole	Tunnusluku, joka kuvaa oikeinluokittelun osuutta poistamalla väärinluokittelut	reaaliluku	<p>Väärinluokittelumatriisin elementeistä $MCM(i,j)$ voidaan laskea kappa-tunnusluku (κ)</p> $\kappa = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^r MCM(i,i) - \sum_{i=1}^r \left(\sum_{j=1}^r MCM(i,j) \cdot \sum_{j=1}^r MCM(j,i) \right)}{N^2 - \sum_{i=1}^r \left(\sum_{j=1}^r MCM(i,j) \cdot \sum_{j=1}^r MCM(j,i) \right)}$ <p>N = luokiteltujen yksilöiden määrä Parametri: käsiteltävien luokkien lukumäärä</p>
----	------------------	--------	--	------------	--

D 5.2 Ei-kvantitatiivisten ominaisuustietojen oikeellisuus

ID	Mittarin nimi	Perusmittari	Määritelmä	Tietotyyppi
67	Virheellisten ominaisuusarvojen lukumäärä	Virheellisten lukumäärä	Virheellisten ominaisuusarvojen lukumäärä	Kokonaisluku
68	Oikeellisten ominaisuusarvojen suhde	Oikeellisten lukumäärä	Oikeellisten ominaisuusarvojen lukumäärä.	Reaaliluku, prosenttiluku, Suhdeluku
69	Virheellisten ominaisuusarvojen suhde	Virheellisten suhde	Virheellisten ominaisuusarvojen kokonaismäärään	Reaaliluku, prosenttiluku, Suhdeluku

D.5.3 Kvantitatiivisen ominaisuustiedon tarkkuus

ID	Mittarin nimi	Perusmittari	Määritelmä	Tietotyyppi	Kuvaus, parametrit, lisätieto
70	Ominaisuusarvon tarkkuus 68.3 % varmuudella	LE68.3 tai LE68.3 (r)	Puolet ylä- ja ala-arvon määrittämästä luottamusvälistä, jonka sisällä todellinen arvo on 68.3 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
71	Ominaisuusarvon tarkkuus 50 % varmuudella	LE50 tai LE50(r)	Puolet ylä- ja ala-arvon määrittämästä luottamusvälistä, jonka sisällä todellinen arvo on 50 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
72	Ominaisuusarvon tarkkuus 90 % varmuudella	LE90 tai LE90(r)	Puolet ylä- ja ala-arvon määrittämästä luottamusvälistä, jonka sisällä todellinen arvo on 90 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
73	Ominaisuusarvon tarkkuus 95 % varmuudella	LE95 tai LE95(r)	Puolet ylä- ja ala-arvon määrittämästä luottamusvälistä, jonka sisällä todellinen arvo on 95 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
74	Ominaisuusarvon tarkkuus 99 % varmuudella	LE99 tai LE99(r)	Puolet ylä- ja ala-arvon määrittämästä luottamusvälistä, jonka sisällä todellinen arvo on 99 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2
75	Ominaisuusarvon tarkkuus 99.8 % varmuudella	LE99.8 tai LE99.8 (r)	Puolet ylä- ja ala-arvon määrittämästä luottamusvälistä, jonka sisällä todellinen arvo on 99.8 % varmuudella	mitta	Katso C.3.2