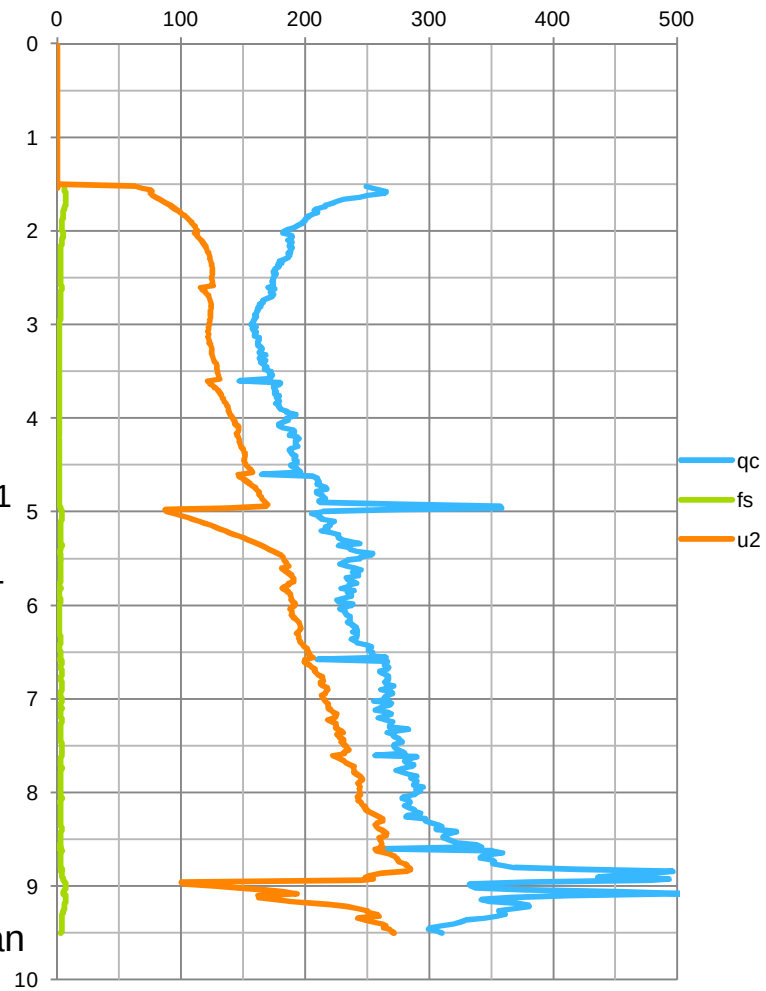
Esimerkki kairauksen luokittelusta ja tarkistuksesta

- Tehdään alustava luokittelu tarkastelu kuvan CPTU-kairauskokeelle
  - 5 metrin syvyydessä on suoritettu huokospaineentasaantumiskoe, minkä takia huokospaineen arvot ”romahtaneet”
  - Alkuosassa myös huonompaa vastetta huonosti onnistuneen kyllästämisen takia
  - Yleisprofiilin perusteella voidaan luokitella kairauskoe käyttöluokkiin vastaavasti
    - Vaippavastuksen osalta koko profiilin matkalta käyttöluokkaan 1 (KL1)
    - kärkivastuksen osalta KL2 syvyysvälillä 1,5-5,5m, KL1 5,5-9,5m
    - Huokospaineen osalta KL3 1,5-2m, KL2 2-5m, KL3 5-5,5m, KL1 5,5-9,5m
  - **Huom!** Kuivakuoren alapuolinen jäykkä ylikonsolidoitunut savikerros, missä OCR muuttuu jatkuvasti, ei välttämättä täytä käyttöluokan 1 vaatimuksia tasalaatuisesta pehmeästä maasta. Tämän takia voisi olla parempi luokitella kaikki tulokset KL2:seen ainakin syvyystasolle 2m asti. Myös 8.8m lähtien maassa epätasalaatuisuutta, liian ohuissa kerroksissa ei saada mitattua parametrien täyttä arvoa.



Esimerkki kairauksen luokittelusta ja tarkistuksesta

- CPTU-kairauskoe diagrammin arvot ovat korjaamattomalle kärkivastukselle alle 500 kPa
  - Tällöin suurin sallittu virhe kärkivastukselle on 35 kPa käyttöluokassa 1
  - Käyttöluokassa 2 100 kPa
  - Käyttöluokassa 3 200 kPa
- Kärkivastuksen kasvaessa yli 700 kPa sallitaan virheeksi mitattuarvo kerrottuna 5%
- Huokospaineen arvot maksimissaan 280 kPa.
  - Suurin sallittu virhe maksimissaan KL1:ssa 10 kPa
  - KL2:ssa 25 kPa
  - KL3:ssa 50 kPa
- Vaippavastuksen arvot alle 10 kPa
  - KL1:ssa 5 kPa
  - KL2:ssa 15 kPa
  - KL3:ssa 25 kPa

Käyttöluokka	Kokeen tyyppi	Mitattava parametri	Pienin sallittu tarkkuus[a]	Mittausten välinen enimmäispituus	Käyttö	
					Maa-aines[b]	Tulkinta tai arviointi[c]
1	TE2	Kärkivastus	35 kPa tai 5 %	20 mm	A	G, H
		Vaippakitka	5 kPa tai 10 %			
		Huokospaine	10 kPa tai 2 %			
		Kaltevuuskulma	2°			
		Tunkeutumispituus	0,1 m tai 1 %			
2	TE1 TE2	Kärkivastus	100 kPa tai 5 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
		Vaippakitka	15 kPa tai 15 %			
		Huokospaine[d]	25 kPa tai 3 %			
		Kaltevuuskulma	2°			
		Tunkeutumispituus	0,1 m tai 1 %			
3	TE1 TE2	Kärkivastus	200 kPa tai 5 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
		Vaippakitka	25 kPa tai 15 %			
		Huokospaine[d]	50 kPa tai 5 %			
		Kaltevuuskulma	5°			
		Tunkeutumispituus	0,2 m tai 2 %			

Kuvalähde: ISO, E. 22476-1

Esimerkki kairauksen luokittelusta ja tarkistuksesta

- Kairauksen raakadatasta löytyy kaikki kairauksessa tallennetut tiedot
  - Raakadatan muoto ja tiedostotyyppi riippuu valmistajasta. Esimerkissä käytetty TTY:n raakadataa

- Raakadatasta riippuen yksiköt voivat vaihdella
- Lasketaan nollalukemien poikkeama kilopascaleissa ja itseisarvona: kärkivastus [(-0.0087-(-0,0238)) *1000]=-15,1 kPa => 15,1 kPa, vaippavastus 0,2 kPa, huokospaine 4,7 kPa
  - Arvot järkevää suuruusluokkaa
- Puristusnopeus ja kaltevuuskulma ok

Date	02/07/2015										
Time	10:01:00										
Job	Pernio2015										
Test	9										
Cone type	5F0p15XYP20-10/I-Conductivity										
Cone number	130712T/130704T										
Area ratio	**0.75**										
Reference point											
Reference level	0										
Remark 1											
Remark 2											
	MPa	**MPa**	**kPa**								
Zero value	**Tip resistance**	**Local friction**	**Pore shoulder**	**Speed**	**conductance**	**Temperature**	**Incl x**	**Incl y**	**Inclination**	**conductivity**	**Time**
Before	-0.0087	0.0013	5.974	-	-	-	**0**	**-0.1**	**0**	-	-
After	-0.0238	0.0015	10.678	-	-	-	**-0.6**	**0.1**	**0**	-	-
Depth	**Tip resistance**	**Local friction**	**Pore shoulder**	**Speed**	**conductance**	**Temperature**	**Incl x**	**Incl y**	**Inclination**	**conductivity**	**Time**
4.92	0.278	0.002	169.74	2	97	5	-0.7	0.9	1.1	88	677
4.94	0.357	0.002	168.12	2	97	5	-0.7	0.9	1.1	89	678
4.96	0.358	0.003	136.6	2	96	5	-0.6	0.8	1	88	679
4.98	0.276	0.003	86.97	2	96	6	-0.6	0.9	1.1	88	680
5	0.214	0.004	87.98	2	95	6	-0.6	0.9	1.1	87	681
5.02	0.205	0.004	94.33	2	96	5	-0.6	0.9	1.1	88	682
5.04	0.21	0.004	99.2	2	98	5	-0.6	0.9	1.1	89	683
5.06	0.212	0.004	105.04	2	99	5	-0.6	0.9	1.1	90	684
5.08	0.214	0.004	109.28	2	99	5	-0.6	0.9	1.1	91	685
5.1	0.223	0.003	114.44	2	96	5	-0.6	0.9	1.1	88	686
5.12	0.22	0.003	118.62	2	94	5	-0.7	0.9	1.1	87	687
5.14	0.22	0.003	123.38	2	92	5	-0.6	0.9	1.1	84	688
5.16	0.216	0.003	127.2	2	92	5	-0.6	0.9	1.1	85	689
5.18	0.218	0.003	131.01	2	93	5	-0.7	0.9	1.1	85	690
5.2	0.213	0.003	135.35	2	97	6	-0.6	0.9	1.1	89	691
5.22	0.221	0.003	138.55	2	99	5	-0.6	0.9	1.1	91	692
5.24	0.227	0.003	142.91	2	100	5	-0.7	0.9	1.1	92	693
5.26	0.227	0.003	146.23	2	100	5	-0.6	0.9	1.1	92	694
5.28	0.227	0.003	150.23	2	99	5	-0.7	0.9	1.1	91	695

Esimerkki kairauksen luokittelusta ja tarkistuksesta

- TTY:n herkän kärjen mittausasteikot ja maksimimittausvirheet:
  - kärkivastus 0…7500kPa 0,2% FSO => mittausvirhe 15kPa
  - vaippavastus 0…150kPa, 0,7% FSO => n. 2kPa
  - huokospaine 0…2000kPa, 0,25% FSO => 5kPa
- **Eurostandardista ” Kun kaikki mahdolliset virhelähteet lasketaan yhteen, tallennettujen mittausten tarkkuuden on oltava parempi kuin suurin taulukossa 2 annetuista arvoista. Mittauksen tarkkuuden analyysissa on otettava huomioon sisäinen kitka, tiedonkeruun virheet, epäkeskinen kuormitus, lämpötilan (ympäristön lämpötilan ja hetkellisen lämpötilan) aiheuttamat vaikutukset ja mittausvirheet.”**
- Kairauskokeen **kokonaisvirhe** on eurostandardin mukaisesti mittauslaitteiston maksimimittausvirheen, nollalukemien poikkeaman sekä muiden virheiden summa!
  - Muut virheet ovat epäonnistuneesta kyllästyksestä johtuvia

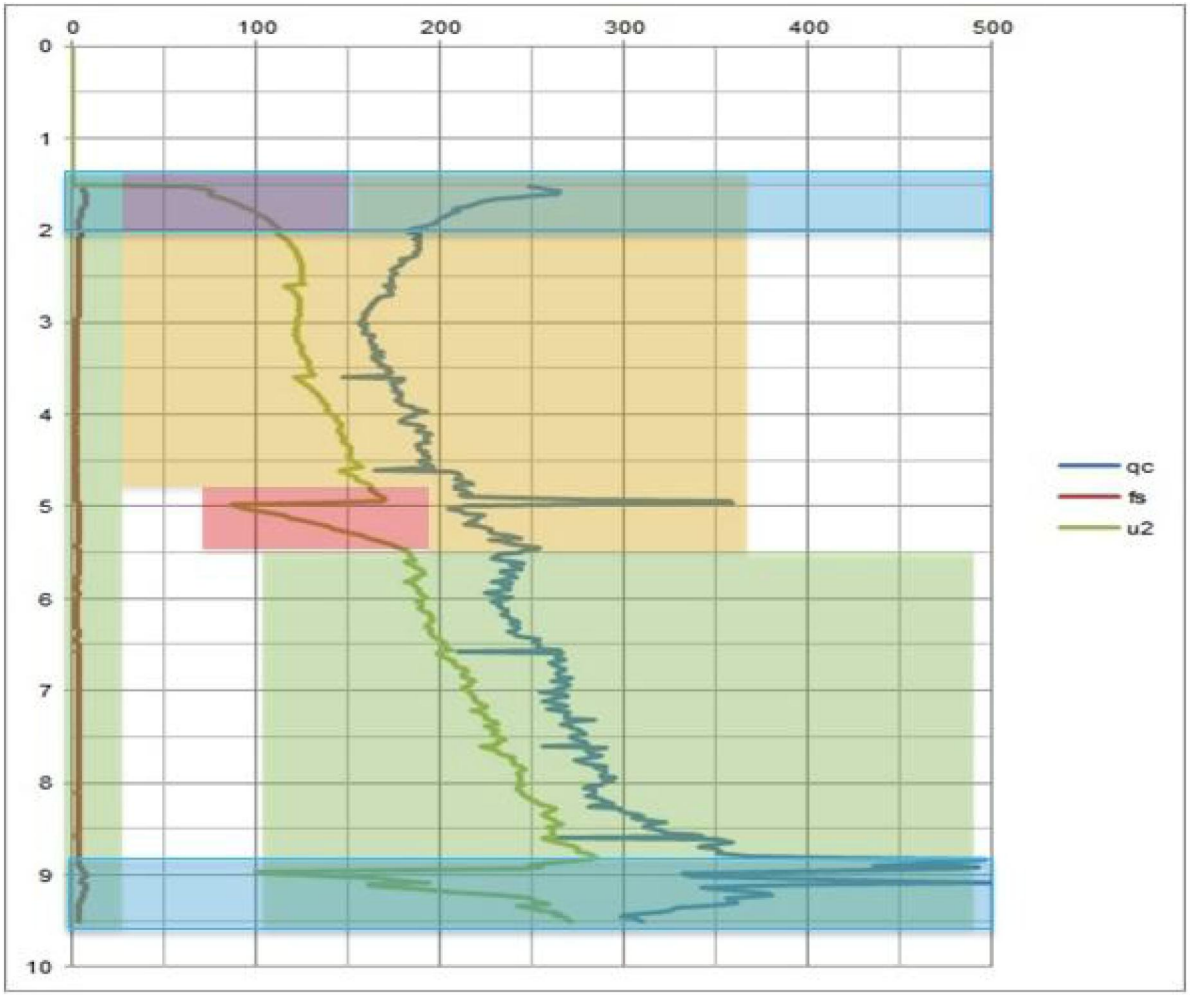
Esimerkki kairauksen luokittelusta ja tarkistuksesta

	Nollalukeman poikkeama, kPa	Mittauslaitteiston mittausvirhe, kPa	Yhteensä	Muut virheet	Käyttöluokitus
Kärkivastus	15,1	15	30,1 (mahdollista täyttää KL1)	Alustavan tarkastelun mukaisesti	KL2 1,5-5,5m KL1 5,5-9,5m
Vaippavastus	0,2	2	2,2 (mahdollista täyttää KL1)	Ok	KL1
Huokospaine	4,7	5	9,7 (mahdollista täyttää KL1)	Alustavan tarkastelun mukaisesti	KL3 1,5-2m KL2 2-5m KL3 5-5,5m KL1 5,5-9,5m

Esimerkki kairauksen luokittelusta ja tarkistuksesta

- Vihreällä alueella merkattu käyttöluokan 1 vaatimukset täyttävä alue
- Keltaisella vastaavasti käyttöluokka 2
- Punaisella käyttöluokka 3

- Sinisellä lisätty alueet, mitkä eivät mielestäni täytä tasalaatuisen maan määritelmää, minkä takia luokitus pitäisi olla KL2



Esimerkki kairauksen luokittelusta ja tarkistuksesta

- Vaippavastuksen arvot täyttävät profiilin koko matkalta riittävän tarkkuuden geoteknisten parametrien tulkintaan
  - Tosin vaippavastuksen arvot yksinään riittämättömiä
- Syvyysväleillä 1-5,5 m kärkivastuksen ja 2-5 m huokospaineen arvoja voidaan käyttää viitteelliseen geoteknisten parametrien määrittämiseen
- Syvyysvälillä 1-2 m ja 5-5,5 m huokospaineen arvot riittäviä vain maan profilointiin ja yksilöintiin
- Syvyysvälillä 5,5-9,5m kaikkia mittausarvoja voidaan käyttää geoteknisten parametrien määrittämiseen.

- **Huokospaineen mittaus hyvin ratkaiseva kairauksen onnistumisen kannalta!**
  - **Huolellisuuteen kannattaa käyttää aikaa!**