

JÄMFÖRANDE PROVNING UTFÖRD UNDER 2012 PÅ BALLASTMATERIAL ENLIGT GÄLLANDE EUROPASTANDARDER

- KORNSTORLEKSFÖRDELNING –SIKTNING med föregående tvättning, FLISIGHETSINDEX samt SANDEKVIVALENTVÄRDE



Av Håkan Arvidsson och Leif Viman

JÄMFÖRANDE PROVNING UTFÖRD UNDER 2012 PÅ BALLASTMATERIAL ENLIGT GÄLLANDE EUROPASTANDARDS

- KORNSTORLEKSFÖRDELNING –SIKTNING med föregående tvättning, FLISIGHETSINDEX samt SANDEKVIVALENTVÄRDE

Bakgrund

Denna jämförande provning ("ringanalys") har initierats av Metodgruppen, som består av Trafikverket, branschorganisationer och VTI (Statens Väg- och Transportforskningsinstitut). En arbetsgrupp bestående av NCC, Peab och VTI har ansvarat för upplägg av ringanalysen samt framtagande av material. VTI har ansvarat för den statistiska bearbetningen och rapporteringen. Förfrågan om deltagande har gått ut till de företag som arbetar med ballastmaterial. Ringanalysen utfördes under sommaren och hösten 2012. I utvärderingen av sandekvivalent har även jämförelse mellan metodversionerna ingått. Tester har utförts dels enligt den gamla versionen (1999), dels har tester utförts enligt den nya versionen från 2012.

Provmaterial

Följande material har ingått i denna jämförande provning:

- Siktanalys och flisighetsindex: 3 st. material proportionerade till 0/16 mm (asfaltkurvor), märkta "N", "P" och "V".
- Sandekvivalent: 3 st. material med naturlig kornstorleksfördelning: "K" 0/16 mm, "P" 0/32 och "T" 0/16.

Provberedning

Proverna för siktanalys och flisighetsindex proportionerades av ett antal fraktioner till 2700 g. Samma prov användes för dessa två metoder.

Material N: filler; 0/2; 2/4; 4/8; 8/11; 11/16 mm. (typ AG 16)

Material P: 0/4; 4/8; 8/11; 11/16 mm. (typ ABT 16)

Material V: filler; 0/2; 2/4; 4/8; 8/11; 11/16 mm. (typ ABS 16)

Material med naturlig kornfördelning och vattenkvot togs ut till sandekvivalent-testerna. Proverna placerades i påsar i provkartonger.

Proverna preparerades av NCC, Peab och VTI. Proverna samlades på VTI som stod för utskick till deltagande laboratorier.

Använda provningsstandarder*Tabell 1 Provningsstandarder för respektive egenskap*

Egenskap	Provningsstandard
Kornstorleksfördelning, siktning	SS-EN 933-1
Flisighetsindex	SS-EN 933-3
Sandekvivalent	SS-EN 933-8, version 1999 och 2012

Deltagande laboratorier*Tabell 2 Deltagande laboratorier Siktanalys (53 st.) och flisighetsindex (44 st.)*

*Asfalt och Stenkontroll, Alingsås	NCC, Vambåsa Nättraby	Skanska, Norrköping
Asfalt och Stenkontroll, Enhörna	NCC, Västerås	Skanska, Rockneby
*Asfalt och Stenkontroll, Hok	*Nynas, Nynäshamn	Skanska, Räppe
CBI, Borås	Peab, Boden	Skanska, Skövde
*Cementa Research, Slite	Peab, Göteborg	*Skanska, Vikan
*DAB, Kungälv	Peab, Helsingborg	Skanska, Vällsta
MRM Konsult, Luleå	Peab, Sundsvall	Skanska, Önnestad
NCC, Biskopstorp	*Peab, Sävsjö	Skanska, Örnköldsvik
NCC, Gustafs	Peab, Västberga	Svevia, Örebro
NCC, Gävle	Peab, Västerås	Svevia, Arlöv
NCC, Göteborg	Skanska, Borlänge	Svevia, Brunflo
NCC, Karlstad	Skanska, Forserum	Svevia, Jönköping
NCC, Linköping	Skanska, Gunnilse	Svevia, Kungälv
NCC, Södra Sandby	Skanska, Hallsberg	Sydsten, Hardeberga
NCC, Sundsvall	Skanska, Halmstad	*Vattenfall research and Development, Älvkarleby
NCC, Uddevalla	Skanska, Kramfors	
NCC, Umeå	*Skanska, Kålleröd	VTI, Linköping
NCC, Upplands Väsby	Skanska, Malmö	XR Bergkross, Lidköping

* Endast siktanalys

Tabell 3 Deltagande laboratorier, sandekvivalent (12 st.)

CBI, Borås	NCC, Södra Sandby	Skanska, Rockneby
Cementa, Slite	Peab, Boden	Svevia, Brunflo
NCC, Göteborg	Peab, Sundsvall	Sydsten, Hardeberga
NCC, Sundsvall	Peab, Västerås	VTI, Linköping

Resultat

Resultaten från de deltagande laboratorierna framgår av tabeller och figurer. (I figurerna har laboratorierna numrerats från 1-54).

Utvärdering

I denna sammanställning redovisas enskilda värden, medelvärden och standardavvikelsen (1s och 2s) samt i tabeller även max- och minvärden. I resultattabeller för Flisighetsindex och Sandekvivalent redovisas även variationskoefficienten (= standardavvikelsen / medelvärdet).

Diskussion av resultaten

1. Kornstorleksfördelning

Generellt kan man säga att spridningen vid siktanalys är liten mellan olika laboratorier. Vid grafisk presentation (i diagram) ser spridningarna riktigt små ut, vissa kurvor undantagna, företrädesvis på min-sidan (grövre kurvor).

För material N är spridningen generellt 2-3 %-enheter mellan max- och minvärden, "extremresultat" undantaget. Ett laboratorium som sticker ut är nr 27 (Figur 2), de har fått möjlighet att göra om försöket med nytt material men fick samma resultat igen.

För material P är spridningen stor för material < 4 mm troligen beroende på viss variation i 0/4-fraktionen vid proportioneringen. Där är störst spridning ca 10 %-enheter vid 1 mm och 2 mm. I delen 4/16 mm är spridning 2-4 %-enheter mellan max- och minvärden, utan att exkludera "extremvärden".

För material V är skillnaden mellan max- och minvärden ca 2 %-enheter i delen 0,25/8 mm med alla värden medtagna. Tar man bort "extremvärden" för siktarna 0,125 mm och 0,063 mm blir skillnaden ca 2 % där också. Vid 11,2 mm är skillnaden nästan 10 %-enheter. Laboratorie nr 16 har fått klart lägre finkornhalt (andel > 0,063 mm), de har 3,7 % mot medel 10,2 %, även vid ytterligare ett test med nytt prov fick de samma resultat. Nr 16 låg generellt lågt för alla materialen även de inte "stack ut" för material N och P.

Kommentarer:

Denna jämförande provning speglar främst variation av siktningsmomentet (siktar och skakutrustning) eftersom laboratorierna fick färdigt proportionerade prover som enbart behövde tvättas och siktas.

Till framtida jämförande provningar för siktning bör man nog se till att fler moment ingår. Till exempel grovsiktning och neddelning. Andra "materialtyper" kan man också överväga att titta på, t.ex. kornkurvor av moränkaraktär, sandiga och/eller annat finkornigt material samt material med D (största sten) klart större än 16 mm.

2. Flisighetsindex

Spridningen för flisighetsindex är liten om man tittar på antalet enheter som skiljer max- och minvärden: 4 enheter för de ”flisigare” (FI ca 9) materialen (N och P), för det tredje materialet (V, FI ca 5) är skillnaden 2 enheter.

Det innebär dock att den relativa spridningen är ca ± 20 % av medelvärdena.

Standardavvikelsen är 12-13 % av medelvärdet.

Kommentarer:

De utvalda materialen var uttagna för siktanalysen. De är också i huvudsak proportionerade med fraktioner för asfaltmassa, vilket innebär att de är relativt kubiska – de har lågt FI. Vid en ny jämförande provning bör även material med hög flisighet efterstävas.

3. Sandekvivalent

Skillnaderna mellan max- och minvärden är stora. De är för den nya versionen (2012) ca 17 enheter och ännu större för den gamla versionen (1999) 25-37 enheter.

I den gamla versionen påverkar inte bara bergmaterialet (mineralogi, lermineral osv.) utan även av halterna finmaterial och ler ($<2\mu\text{m}$). VTI:s prover hade före proportionering en finkornhalt av 0/2 mm på ca 15-17 %. I den nya versionen får alla tre materialen en finkornhalt på 10 %.

Standardavvikelsen är för nya versionen, som anges som ”SE(10)”, ca 5-6 vilket innebär ca 7-10 % av medelvärdet. För den gamla versionen, som anges som ”SE”, är standardavvikelsen 6-10 vilket innebär ca 12-22 % av medelvärdet.

Vid regressionsanalys med samtliga laboratorier (12 st) och de tre testade materialen får man det svaga sambandet att $SE \approx 0,8 SE(10) - 5$ med $R^2 = 0,36$.

Kommentarer:

SE eller SE(10) = 100 innebär en sand. SE eller SE(10) = 0 innebär att materialet är lera eller innehåller mycket ”skadliga” lermineral.

Uppgifter om finkornhalt av 0/2 före proportionering borde ha samlats in vilket kanske kunde ha förklarat en del skillnader i resultat för SE.

Uppmaning

De som ligger utanför 1s (medel $\pm$ standardavvikelsen) bör se över utrustning och hanterande av metoderna, men främst bör de som ligger utanför 2s (medel $\pm$ dubbla standardavvikelsen) gå igenom metoden för att försöka reda ut vad orsaken kan vara. Denna utredning bör dokumenteras samt avslutas med ny provning för att verifiera att metoden åter fungerar tillfredställande.

Slutsats***Kornstorleksanalys, SS-EN 933-1***

Generellt kan man säga att spridningen vid siktanalys är liten mellan olika laboratorier. Vid grafisk presentation (i diagram) ser spridningarna riktigt små ut, vissa kurvor undantagna, företrädesvis på min-sidan (grövre kurvor). Det är endast vissa värden för vissa siktar för vissa lab som ramlar utanför 2s. Generellt ser det dock bra ut.

Flisighetsindex, SS-EN 933-3

För flisighetsindex är spridningen mellan olika laboratorier relativt stor. Flera laboratorier ligger nära eller utanför 2s både för enskilda material och totalt.

Sandekvivalent, SS-EN 933-8

Det är stora spridningar både faktiska och relativa för provning med sandekvivalent. Den nya versionen (SE(10), 2012) sprider av naturliga skäl mindre då materialen blir mer likartade. Uppgifter om finkornhalt av 0/2 före proportionering kanske kunde ha förklarat en del skillnader i resultat för SE.

Vid analys av denna jämförande provning kan man dra 2 alternativa slutsatser angående samband mellan SE(10) [version 2012] och SE [version 1999], Figur 20.

$SE(10) \approx SE / 0,8$ eller $SE(10) \approx SE + 15$

Jämförande provning för ballastmaterial på nationell nivå har inte utförts på flera/många år.

Denna innehöll flera material (6) och flera metoder med varianter (totalt 4). Totalt kunde det bli 12 analyser för en del laboratorier. Det gjorde att förberedelser och analys av all data komplex, vilket i sin tur ledde till väl lång tid att "gå från ax till limpa", till att presentera resultaten.

Slutomdömet är att ringanalyser bör utföras årligen även för ballastmaterial. Ofta kan de vara mindre komplexa. Man bör även se till att de vanligaste provningsmetoderna återkommer med vissa intervall (max 3-4 år?).

Kornstorleksfördelning

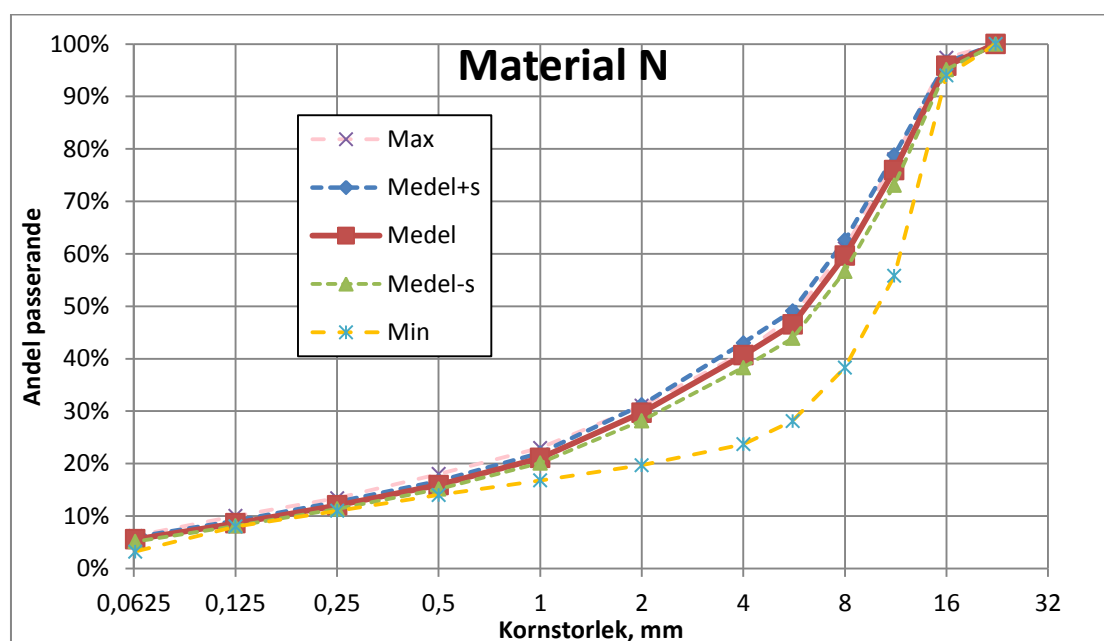
Kornstorleksfördelning, siktnings med föregående tvättning, SS-EN 993-1

Material N, P och V

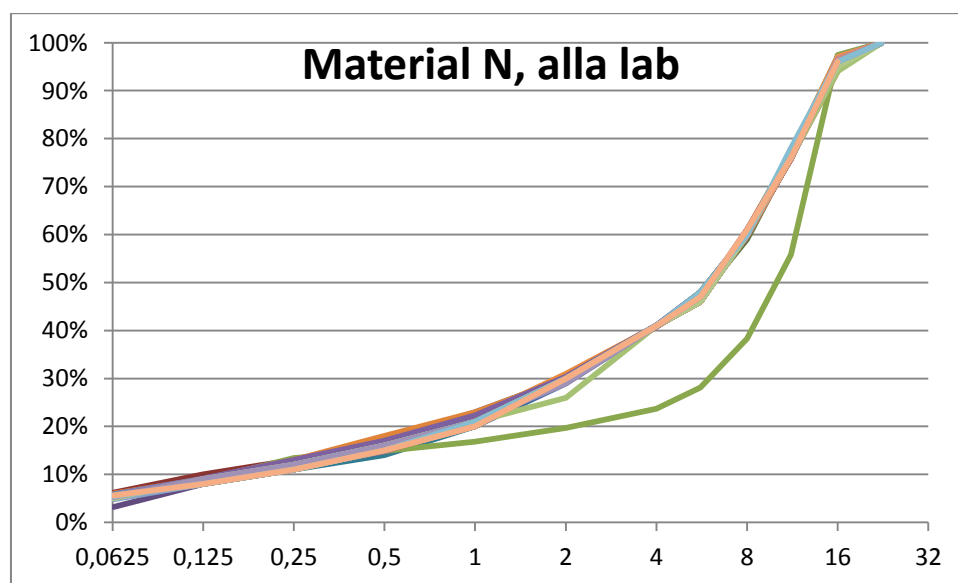
I siktningsmetoden SS-EN 933-1 anges resultat för passerande andel i procent med heltal för respektive sikt, utom för 0,063 mm där anges passerande andel med en decimal. Laboratorierna har blandat lite i hur de angett resultat men i sammanställningar visas endast heltal där så ska anges. Max-, min- och medelvärden osv. är dock beräknade med vad som skickats in från respektive laboratorium. Det relativt stora antalet gör att det bedöms som försumbart att ett fåtal skickat in resultat med en decimal.

Värden för r och R har ej beräknats då varje laboratorium har utfört enkelprov per material.

1

MATERIAL N

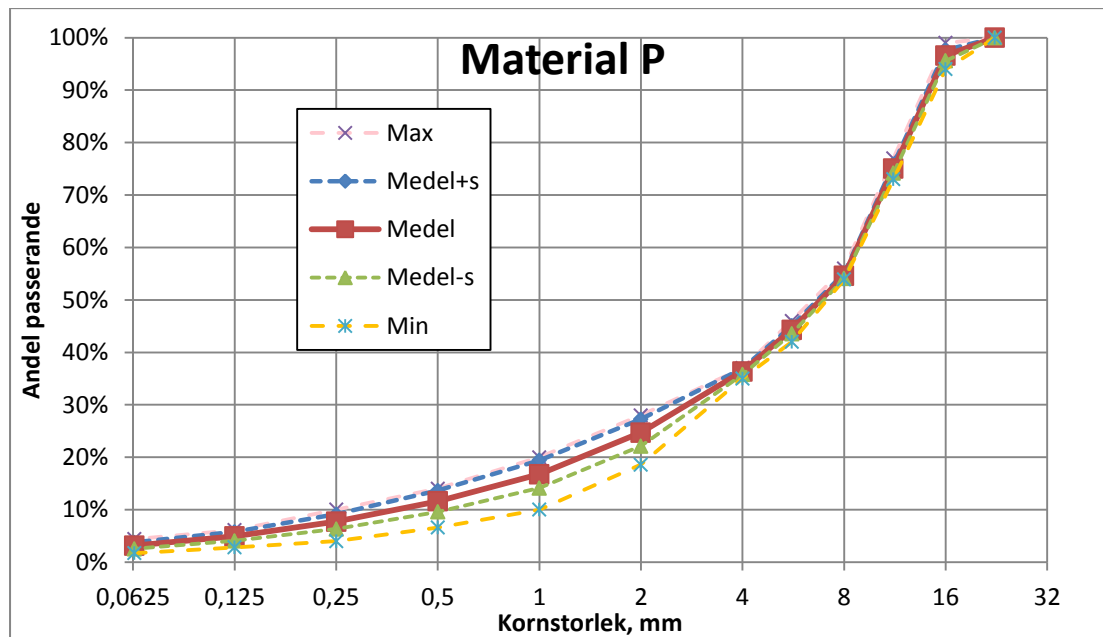
Figur 1 Kornstorleksfördelning, statistiska resultat för material N.



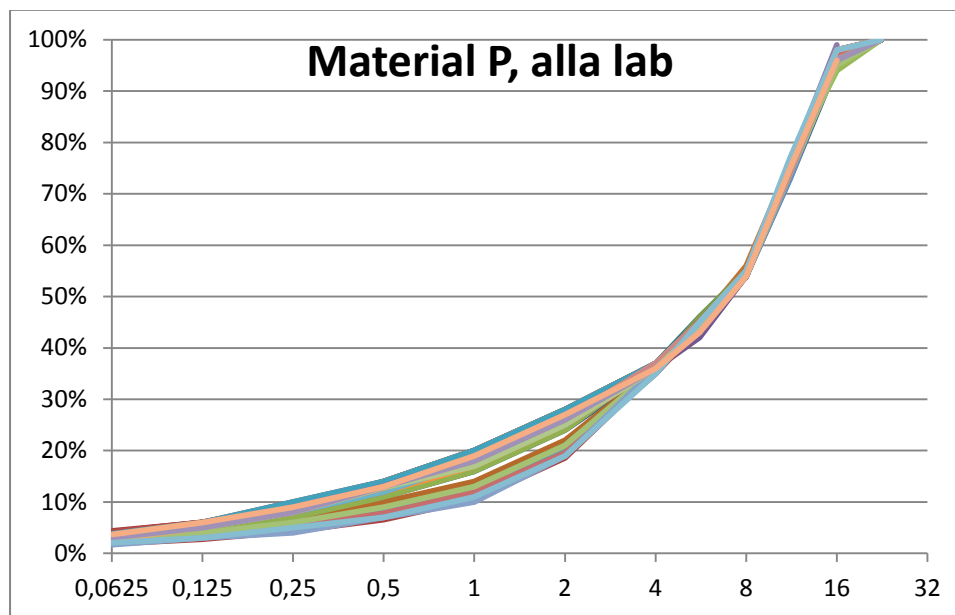
Figur 2 Kornstorleksfördelning för material N, alla laboratorier.

Tabell 4 Enskilda värden på kornkurvor material N

	Sikt	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4
	Medel	5,6%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
Standardavv		0,42%	0,50%	0,66%	0,77%	0,94%	1,51%	2,35%	2,61%	2,98%	2,84%	0,71%	0,00%
	Max	6,2%	10,0%	13,4%	18,0%	23,0%	31,0%	41,1%	48,0%	61,0%	78,0%	97,4%	100,0%
	Min	3,2%	8,0%	11,0%	14,0%	16,8%	19,7%	23,7%	28,1%	38,3%	55,8%	94,0%	100,0%
Laboratorie, nummer	1	6,0%	9%	13%	17%	22%	30%	41%	48%	60%	76%	96%	100%
	2	5,6%	8%	12%	15%	21%	29%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	3	5,7%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	59%	77%	95%	100%
	4	5,7%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	46%	60%	76%	96%	100%
	5	6,0%	8%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	95%	100%
	6	5,9%	8%	11%	15%	20%	30%	41%	47%	60%	76%	95%	100%
	7	5,8%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	8	6,2%	10%	13%	17%	22%	30%	41%	47%	60%	77%	96%	100%
	9	5,8%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	97%	100%
	10	5,4%	8%	11%	15%	21%	30%	41%	48%	60%	76%	96%	
	11	5,4%	8%	11%	14%	20%	30%	41%	46%	60%	76%	96%	
	12	5,6%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	95%	
	13	5,5%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	95%	
	14	5,5%	8%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	95%	
	15	5,6%	9%	13%	17%	22%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	16	3,2%	8%	13%	17%	22%	30%	41%	47%	60%	76%	95%	100%
	17	5,6%	9%	13%	17%	22%	30%	41%	48%	60%	76%	96%	100%
	18	5,7%	8%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	61%	77%	96%	100%
	19	5,2%	8%	11%	15%	20%	29%	41%	46%	60%	76%	96%	100%
	20	6,1%	8%	11%	15%	20%	30%	41%	46%	61%	76%	95%	100%
	21	5,4%	9%	13%	17%	22%	30%	41%	48%	60%	76%	96%	
	22	5,5%	9%	13%	17%	22%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	23	5,6%	8%	11%	15%	20%	30%	41%	46%	60%	77%	96%	100%
	24	5,9%	9%	13%	17%	22%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	25	5,6%	9%	13%	17%	23%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	26	5,4%	8%	12%	15%	21%	30%	41%	46%	61%	76%	97%	100%
	27	5,8%	9%	13%	15%	17%	20%	24%	28%	38%	56%	97%	100%
	28	5,7%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	46%	60%	76%	96%	100%
	29	5,2%	9%	12%	16%	22%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	30	6,0%	9%	13%	18%	23%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	32	5,9%	9%	13%	16%	22%	30%	41%	47%	60%	76%	94%	
	33	5,7%	9%	12%	15%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	96%	100%
	34	5,8%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	97%	100%
	35	5,3%	8%	11%	15%	20%	30%	41%	47%	60%	76%	97%	
	36	5,6%	9%	12%	16%	22%	31%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	37	5,8%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	95%	100%
	38	5,7%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	46%	60%	76%	96%	100%
	39	5,6%	9%	12%	16%	22%	30%	41%	46%	60%	77%	95%	100%
	40	5,8%	9%	13%	17%	22%	30%	41%	48%	60%	77%	96%	100%
	41	5,5%	8%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	97%	100%
	42	5,6%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	97%	100%
	43	5,8%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	95%	100%
	44	5,2%	8%	11%	15%	21%	30%	41%	47%	60%	76%	96%	100%
	45	5,7%	8%	12%	16%	21%	26%	41%	46%	60%	76%	94%	100%
	46	5,7%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	96%	
	47	5,7%	8%	12%	16%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	96%	100%
	48	5,3%	8%	11%	15%	20%	30%	41%	46%	60%	76%	96%	100%
	49	4,8%	8%	12%	15%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	96%	
	50	5,5%	8%	12%	15%	21%	30%	41%	47%	60%	77%	97%	100%
	51	5,0%	9%	12%	16%	21%	30%	41%	46%	60%	77%	95%	100%
	52	5,3%	9%	12%	16%	21%	29%	41%	47%	61%	76%	96%	100%
	53	5,5%	8%	11%	15%	21%	30%	41%	48%	60%	78%	96%	100%
	54	5,6%	8%	11%	15%	20%	30%	41%	47%	61%	76%	96%	

2 MATERIAL P

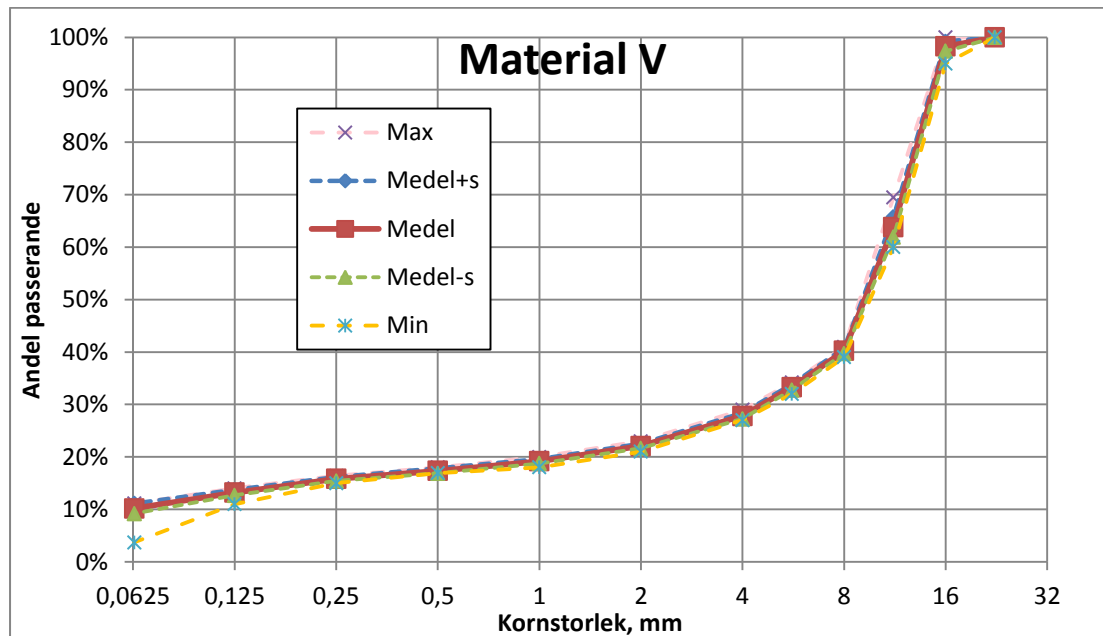
Figur 3 Kornstorleksfördelning, statistiska resultat för material P.



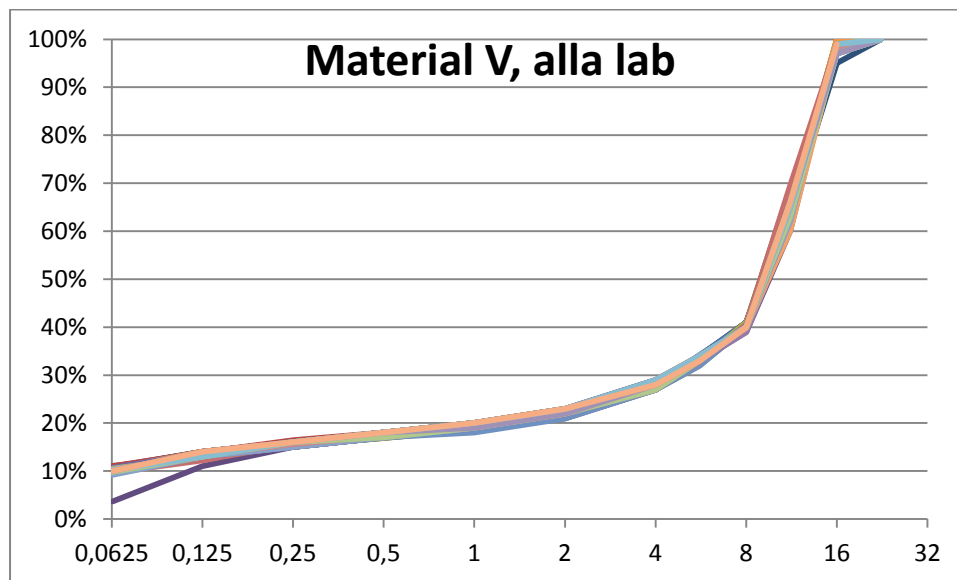
Figur 4 Kornstorleksfördelning för material P, alla laboratorier.

Tabell 5 Enskilda värden på kornkurvor material P

	Sikt	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4
	Medel	3,2%	5%	8%	12%	17%	25%	36%	44%	55%	75%	97%	100%
	Standardavv	0,61%	0,86%	1,39%	2,03%	2,64%	2,56%	0,58%	0,75%	0,52%	0,84%	1,03%	0,00%
	Max	4,4%	6,1%	10,0%	14,0%	20,0%	28,0%	37,0%	46,0%	56,0%	77,0%	99,0%	100,0%
	Min	1,7%	2,8%	4,0%	6,6%	10,0%	18,6%	35,0%	42,0%	53,9%	73,0%	94,0%	100,0%
Laboratorie, nummer	1	3,6%	5%	8%	12%	17%	25%	37%	45%	55%	74%	95%	100%
	2	3,3%	5%	8%	12%	17%	25%	36%	44%	54%	74%	97%	100%
	3	2,6%	4%	6%	9%	13%	21%	36%	44%	55%	75%	97%	100%
	4	3,6%	6%	9%	13%	18%	27%	37%	45%	55%	75%	96%	100%
	5	3,5%	5%	8%	12%	17%	25%	36%	44%	54%	75%	96%	100%
	6	3,9%	6%	9%	14%	20%	28%	37%	44%	54%	75%	95%	100%
	7	3,1%	5%	8%	11%	16%	24%	36%	44%	55%	74%	97%	100%
	8	4,2%	6%	9%	14%	19%	27%	37%	45%	55%	76%	98%	100%
	9	3,2%	5%	8%	11%	17%	25%	37%	44%	55%	75%	97%	100%
	10	3,2%	5%	8%	12%	17%	25%	37%	45%	55%	75%	97%	
	11	3,1%	5%	8%	12%	18%	25%	37%	46%	55%	74%	97%	
	12	2,8%	4%	7%	10%	14%	22%	36%	44%	54%	75%	97%	
	13	3,1%	5%	8%	11%	17%	25%	36%	43%	54%	73%	95%	
	14	3,2%	5%	8%	13%	18%	26%	36%	44%	54%	76%	97%	
	15	3,5%	6%	9%	13%	19%	26%	37%	45%	55%	76%	97%	100%
	16	2,0%	5%	8%	12%	17%	25%	36%	44%	55%	75%	96%	100%
	17	3,4%	5%	8%	13%	18%	26%	36%	44%	55%	74%	97%	100%
	18	3,4%	5%	8%	12%	18%	26%	36%	45%	56%	76%	97%	100%
	19	3,0%	5%	8%	12%	17%	25%	36%	44%	55%	75%	96%	100%
	20	4,4%	6%	10%	14%	20%	28%	37%	44%	55%	76%	98%	100%
	21	2,4%	4%	6%	8%	13%	21%	36%	46%	55%	75%	98%	
	22	3,3%	5%	8%	12%	18%	26%	36%	44%	54%	74%	96%	100%
	23	3,4%	5%	9%	13%	18%	26%	37%	45%	55%	75%	97%	100%
	24	3,4%	6%	8%	13%	18%	26%	36%	44%	54%	74%	98%	100%
	25	3,9%	6%	9%	14%	20%	28%	37%	44%	54%	74%	96%	100%
	26	1,9%	3%	4%	7%	11%	19%	36%	45%	55%	75%	96%	100%
	27	3,6%	6%	9%	13%	18%	26%	37%	45%	55%	75%	96%	100%
	28	3,4%	5%	8%	12%	18%	25%	36%	42%	54%	76%	97%	100%
	29	3,0%	5%	8%	12%	18%	26%	37%	44%	55%	75%	95%	100%
	30	3,9%	6%	9%	14%	20%	28%	37%	43%	54%	75%	95%	100%
	32	4,2%	6%	9%	14%	19%	26%	37%	45%	55%	76%	98%	
	33	3,1%	5%	7%	11%	16%	24%	37%	45%	55%	75%	97%	100%
	34	3,4%	5%	8%	12%	18%	25%	36%	43%	54%	75%	97%	100%
	35	3,8%	6%	10%	14%	20%	28%	37%	45%	55%	75%	97%	
	36	2,1%	3%	5%	8%	12%	20%	36%	45%	55%	76%	98%	100%
	37	3,6%	6%	9%	13%	19%	27%	37%	44%	55%	75%	96%	100%
	38	2,2%	3%	5%	8%	12%	20%	35%	44%	54%	75%	98%	100%
	39	3,0%	5%	8%	12%	18%	26%	37%	44%	54%	76%	94%	100%
	40	3,4%	5%	8%	12%	17%	25%	36%	45%	54%	76%	97%	100%
	41	2,2%	4%	5%	8%	12%	20%	35%	45%	55%	74%	98%	100%
	42	3,2%	5%	8%	12%	17%	25%	36%	44%	54%	76%	96%	100%
	43	3,5%	5%	8%	12%	18%	26%	37%	44%	54%	73%	96%	100%
	44	2,1%	3%	5%	8%	12%	20%	36%	45%	54%	76%	97%	100%
	45	2,6%	4%	6%	9%	13%	21%	36%	45%	54%	74%	95%	
	46	3,5%	5%	9%	13%	18%	26%	36%	44%	55%	76%	99%	
	47	3,4%	5%	8%	12%	18%	25%	37%	44%	55%	76%	96%	100%
	48	2,8%	5%	8%	13%	18%	26%	37%	45%	55%	76%	98%	100%
	49	1,7%	3%	4%	7%	10%	19%	36%	44%	54%	75%	96%	
	50	3,4%	5%	8%	13%	18%	26%	37%	45%	55%	74%	96%	100%
	51	3,0%	5%	8%	13%	17%	25%	36%	44%	55%	75%	96%	100%
	52	3,1%	5%	8%	13%	18%	26%	36%	43%	54%	75%	96%	100%
	53	2,1%	3%	5%	7%	11%	19%	35%	45%	55%	77%	98%	100%
	54	3,7%	6%	9%	13%	19%	27%	36%	43%	54%	75%	96%	

3 MATERIAL V

Figur 5 Kornstorleksfördelning, statistiska resultat för material V.



Figur 6 Kornstorleksfördelning för material V, alla laboratorier.

Tabell 6 Enskilda värden på kornkurvor material V

	Sikt	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4
	Medel	10,2%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	64%	98%	100%
Standardavv		0,97%	0,52%	0,37%	0,45%	0,43%	0,44%	0,55%	0,51%	0,53%	1,92%	0,94%	0,00%
	Max	11,1%	14,0%	16,4%	18,0%	20,0%	23,0%	29,0%	34,2%	41,0%	69,5%	100,0%	100,0%
	Min	3,7%	11,0%	15,0%	16,9%	18,0%	21,0%	27,0%	32,0%	39,0%	60,0%	95,0%	100,0%
Laboratorie, nummer	1	10,5%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	34%	41%	64%	95%	100%
	2	10,2%	13%	15%	17%	19%	22%	28%	34%	40%	63%	99%	100%
	3	10,3%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	34%	41%	69%	98%	100%
	4	10,1%	13%	15%	17%	19%	22%	28%	34%	40%	63%	99%	100%
	5	10,4%	13%	16%	18%	19%	22%	27%	33%	40%	64%	98%	100%
	6	10,7%	13%	15%	17%	19%	22%	27%	33%	41%	65%	99%	100%
	7	10,7%	14%	16%	18%	19%	22%	28%	33%	40%	62%	98%	100%
	8	10,9%	14%	16%	17%	19%	22%	27%	33%	40%	66%	99%	100%
	9	10,5%	14%	16%	18%	19%	22%	27%	32%	40%	62%	99%	100%
	10	10,5%	14%	16%	17%	19%	22%	28%	34%	40%	61%	98%	
	11	10,2%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	41%	65%	97%	
	12	10,4%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	41%	66%	100%	
	13	10,2%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	34%	40%	65%	97%	
	14	10,4%	13%	16%	18%	20%	23%	29%	34%	41%	63%	98%	
	15	10,0%	13%	15%	17%	19%	22%	27%	33%	40%	62%	98%	100%
	16	3,7%	11%	15%	17%	19%	21%	27%	33%	39%	60%	99%	100%
	17	9,7%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	62%	99%	100%
	18	10,4%	13%	16%	18%	19%	22%	28%	33%	40%	63%	99%	100%
	19	10,3%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	41%	65%	98%	100%
	20	11,1%	13%	16%	17%	19%	22%	27%	33%	40%	63%	97%	100%
	21	10,2%	13%	16%	18%	20%	22%	28%	33%	41%	65%	100%	
	22	10,1%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	41%	64%	98%	100%
	23	10,8%	14%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	41%	66%	98%	100%
	24	10,5%	14%	16%	18%	20%	23%	28%	33%	40%	62%	99%	100%
	25	10,4%	14%	16%	18%	20%	23%	28%	34%	41%	64%	99%	100%
	26	9,6%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	34%	40%	65%	97%	100%
	27	10,1%	13%	15%	17%	19%	21%	27%	33%	41%	63%	99%	100%
	28	10,4%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	41%	65%	98%	100%
	29	9,5%	13%	15%	17%	19%	22%	27%	33%	40%	62%	97%	100%
	30	10,5%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	41%	66%	99%	100%
	32	11,0%	14%	16%	18%	20%	23%	29%	34%	40%	62%	98%	
	33	10,5%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	62%	99%	100%
	34	10,6%	14%	16%	18%	20%	23%	29%	34%	40%	63%	98%	100%
	35	10,1%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	64%	98%	
	36	10,5%	14%	16%	18%	20%	23%	28%	34%	40%	61%	98%	100%
	37	10,6%	14%	16%	18%	20%	22%	28%	34%	41%	63%	99%	100%
	38	10,4%	13%	16%	17%	19%	22%	27%	33%	40%	64%	99%	100%
	39	10,3%	13%	16%	17%	19%	22%	27%	33%	41%	63%	98%	100%
	40	10,7%	14%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	64%	99%	100%
	41	10,1%	13%	16%	18%	20%	22%	28%	34%	40%	66%	97%	100%
	42	10,1%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	65%	100%	100%
	43	10,5%	13%	15%	17%	18%	21%	27%	32%	40%	65%	97%	100%
	44	9,7%	12%	16%	17%	19%	22%	27%	33%	41%	70%	99%	100%
	45	10,5%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	34%	40%	64%	99%	100%
	46	9,9%	13%	15%	17%	19%	22%	27%	33%	39%	61%	99%	
	47	9,6%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	34%	40%	66%	98%	100%
	48	10,2%	13%	16%	18%	19%	22%	29%	34%	40%	60%	98%	100%
	49	9,2%	13%	15%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	62%	99%	
	50	10,3%	13%	16%	17%	19%	22%	28%	33%	40%	63%	98%	100%
	51	9,8%	13%	16%	17%	19%	22%	27%	33%	40%	63%	97%	100%
	52	10,0%	14%	16%	18%	19%	22%	28%	33%	40%	65%	97%	100%
	53	10,2%	13%	16%	18%	20%	23%	29%	34%	40%	65%	99%	100%
	54	10,0%	14%	16%	18%	20%	23%	28%	33%	40%	66%	99%	

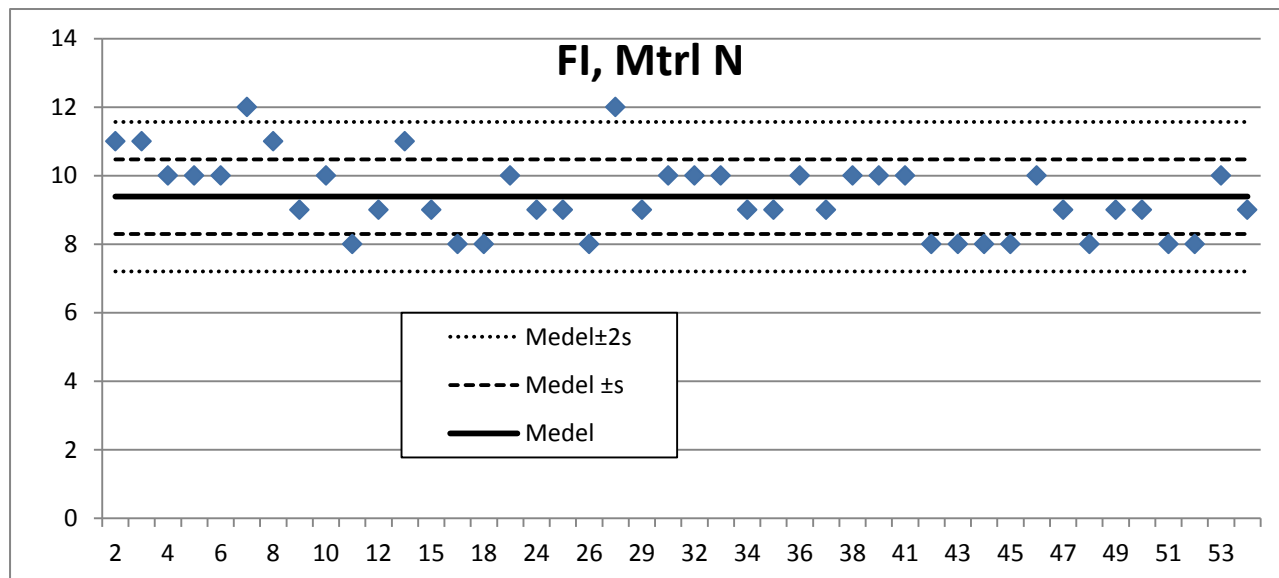
FlisighetsIndex

**Kornform - FlisighetsIndex, SS-EN 993-3
Material N, P och V**

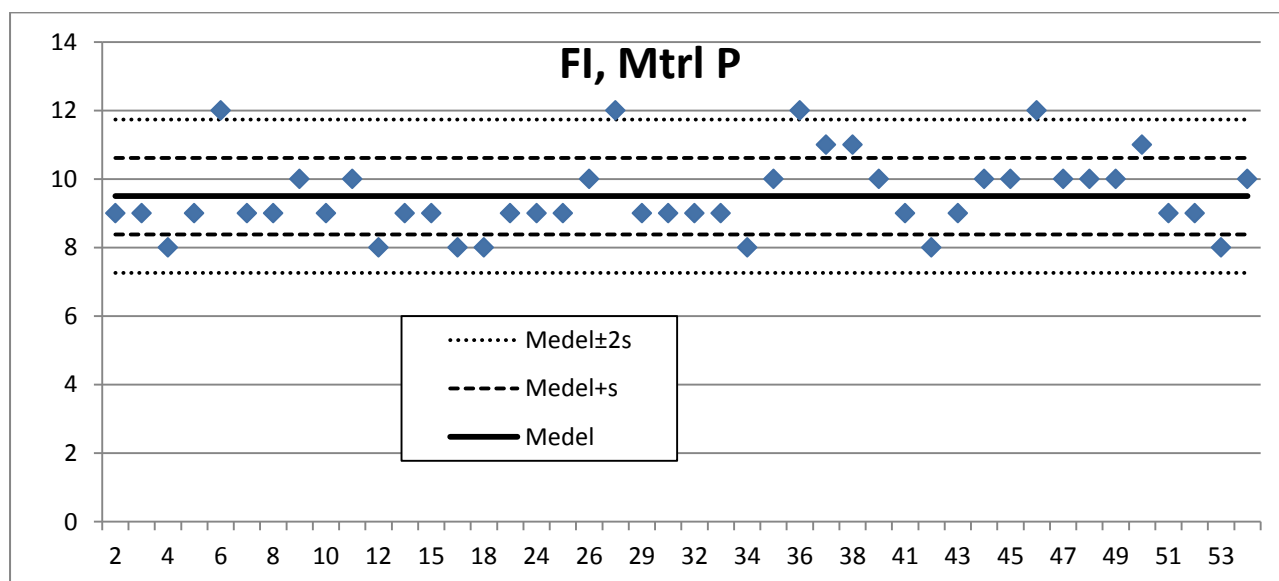
4 FLISIGHETSINDEX

Flisighetsindex, FI, anges som heltal (procent). Sannolikt skulle spridningarna i denna ringanalys minskas om man angett FI med en decimal. Medel $\pm$ dubbla standardavvikelsen avrundat till heltal matchar i de värsta fallen max- och minvärden. Resultat redovisas i Figur 7 - Figur 10 och i *Tabell 7*.

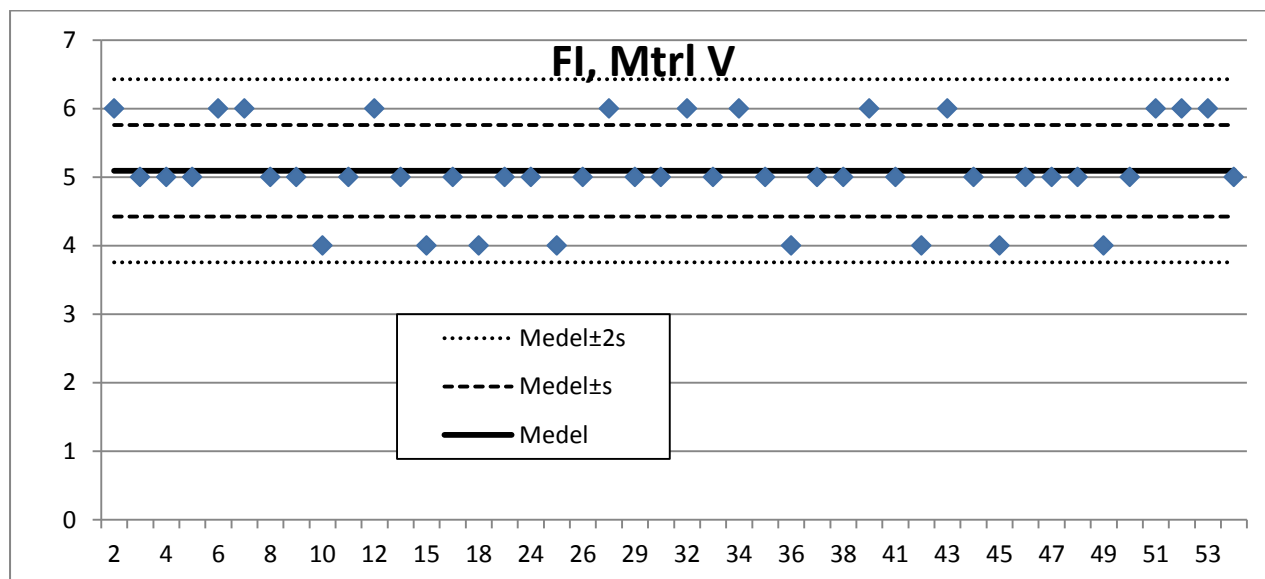
Värden för r och R har ej beräknats då varje laboratorium har utfört enkelprov per material.



Figur 7 Flisighetsindex för material N för varje lab., med linjer för medelvärde, medelvärde $\pm$ standardavvikelse samt medelvärde $\pm$ dubbla standardavvikelsen.

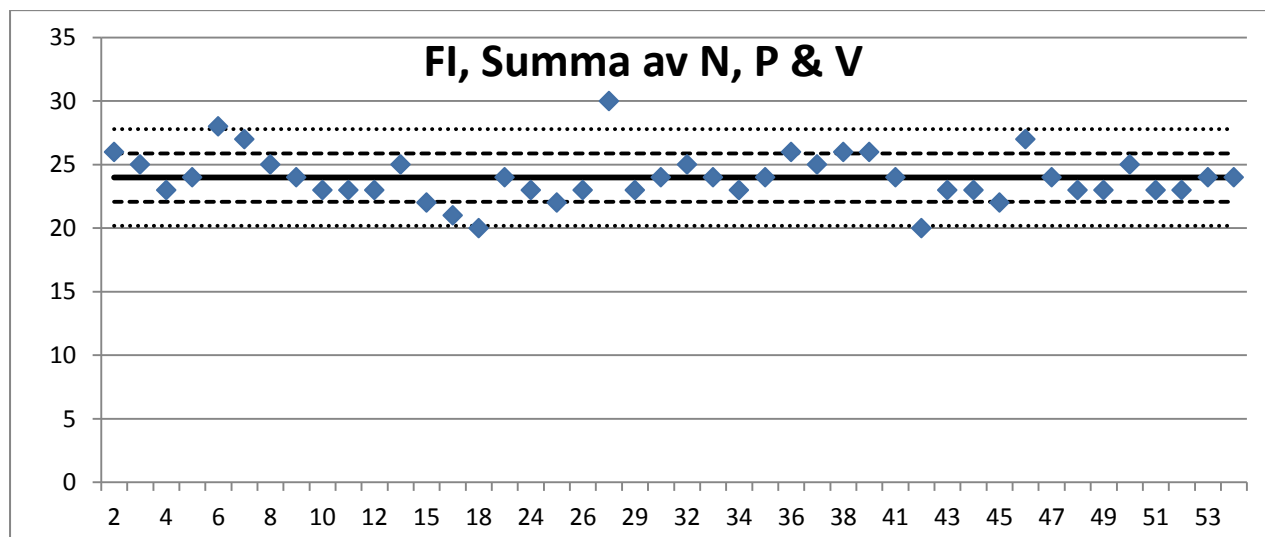


Figur 8 Flisighetsindex för material P för varje lab., med linjer för medelvärde, medelvärde $\pm$ standardavvikelse samt medelvärde $\pm$ dubbla standardavvikelsen.



Figur 9 Flisighetsindex för material V för varje lab., med linjer för medelvärde, medelvärde $\pm$ standardavvikelse samt medelvärde $\pm$ dubbla standardavvikelsen.

Systematiska avvikelser kan avslöjas i Figur 10, ligger man lågt eller högt för flera (alla) material så förstärks den bilden när de summeras och jämförs med medel, 1s och 2s.



Figur 10 Flisighetsindex summerat för alla tre materialen. Jämförelselinjer för medelvärde, "1s" och "2s".

Tabell 7 Flisighetsindex, för respektive material och lab.

Material	N	P	V
Medelvärde	9,4	9,5	5,1
Standardavv	1,09	1,12	0,67
s/Medel	12%	12%	13%
Max	12	12	6
Min	8	8	4
Laboratorie, nummer	2	11	9
	3	11	9
	4	10	8
	5	10	9
	6	10	12
	7	12	9
	8	11	9
	9	9	10
	10	10	9
	11	8	10
	12	9	8
	14	11	9
	15	9	9
	17	8	8
	18	8	8
	23	10	9
	24	9	9
	25	9	9
	26	8	10
	28	12	12
	29	9	9
	30	10	9
	32	10	9
	33	10	9
	34	9	8
	35	9	10
	36	10	12
	37	9	11
	38	10	11
	39	10	10
	41	10	9
	42	8	8
	43	8	9
	44	8	10
	45	8	10
	46	10	12
	47	9	10
	48	8	10
	49	9	10
	50	9	11
	51	8	9
	52	8	9
	53	10	8
	54	9	10

Sandekvivalent

**Finmaterialkvalitet - Sandekvivalent SS-EN 993-8,
version 1999 [SE] och version 2012 [SE(10)]**

Material K, P och T

5 SANDEKVIVALENT

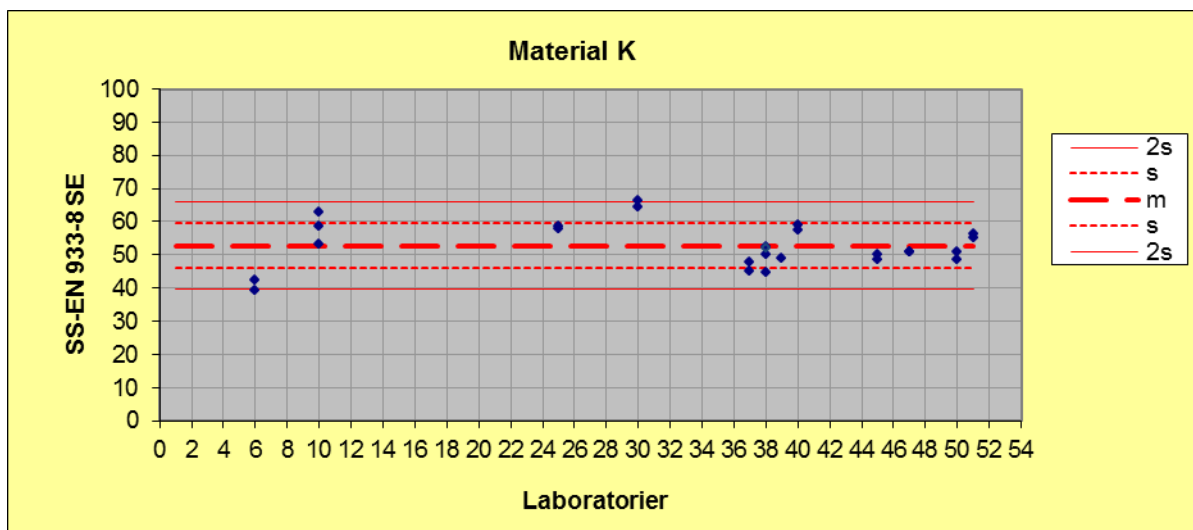
Analys av sandekvivalentvärden är gjorda på enskilda resultat redovisade med en decimal. I vissa sammanställningar redovisas ”slutresultat” från laboratorierna som medelvärde avrundat till heltal.

Sandekvivalent skall utföras på ”naturfuktigt” material. Med naturfuktigt menas en vattenkvot över 0 % och mindre än eller lika med 2 % ($0\% < w \leq 2\%$). Provmängden på 120 g torrt justeras efter vattenkvoten.

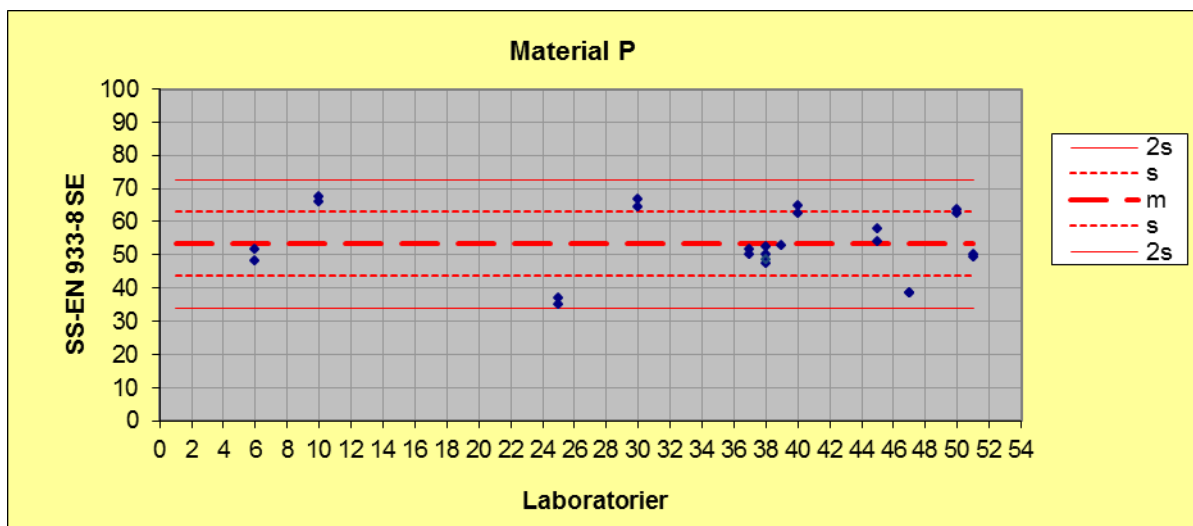
Enligt den äldre versionen (1999) utförs analysen på utsiktad fraktion 0/2 mm. Den nya versionen (2012) innebär att man proportionerar analysfraktionen, 0/2 mm, så den har max 10 % finmaterial (material < 0,063 mm).

Tabell 8 Sandekvivalent. Resultat för respektive material, version och laboratorium.

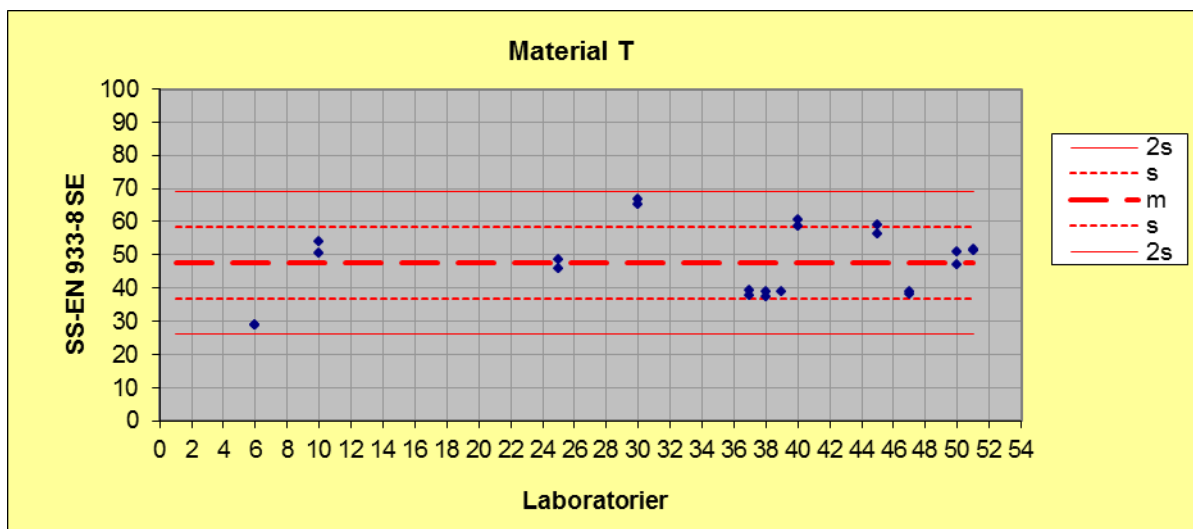
Antal 12	Mtrl K		Mtrl P		Mtrl T	
	SE(10)	SE	SE(10)	SE	SE(10)	SE
Max	75	66	77	67	70	66
Medel	66,5	52,7	70,1	53,8	61,0	47,3
Min	58	41	61	36	52	29
standardavv	4,8	6,4	4,7	9,6	6,4	10,4
s/medel	7,2%	12,2%	6,8%	17,8%	10,5%	22,0%
Nr	-	-	-	-	-	-
6	58	41	61	50	54	29
10	75	58	76	67	69	52
25	73	58	72	36	62	47
30		66	74	66	70	66
37	63	46	73	51	54	39
38	66	50	64	50	56	38
39	67	49	70	53	59	39
40	69	58	77	64	69	60
45	61	49	68	56	52	58
47	63	51	67	39	69	39
50	69	50	73	63	59	49
51	67	56	66	50	59	51



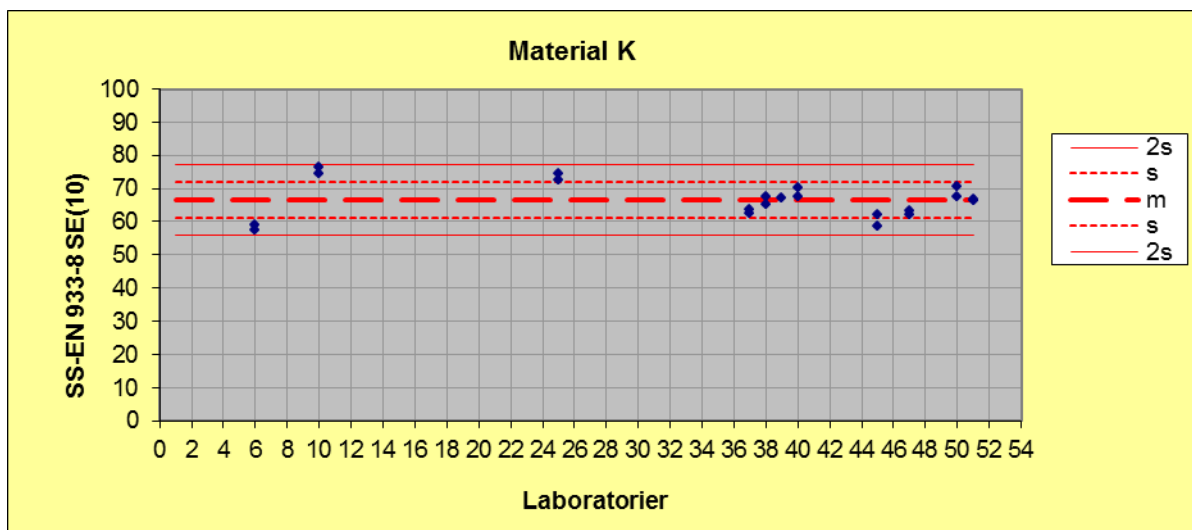
Figur 11 Enskilda värden för respektive laboratorium. Material K, SE version 1999.



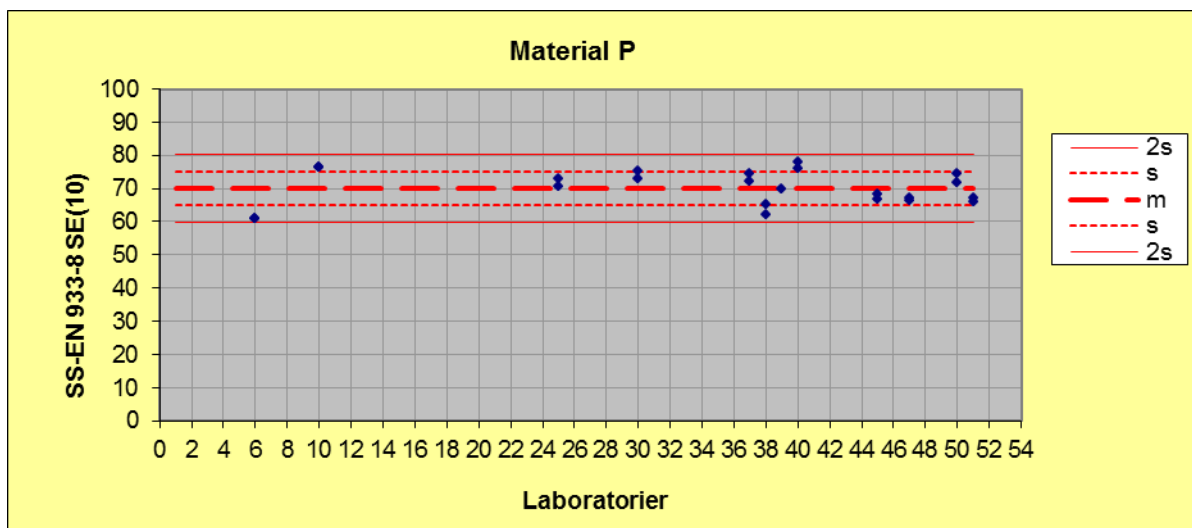
Figur 12 Enskilda värden för respektive laboratorium. Material P, SE version 1999.



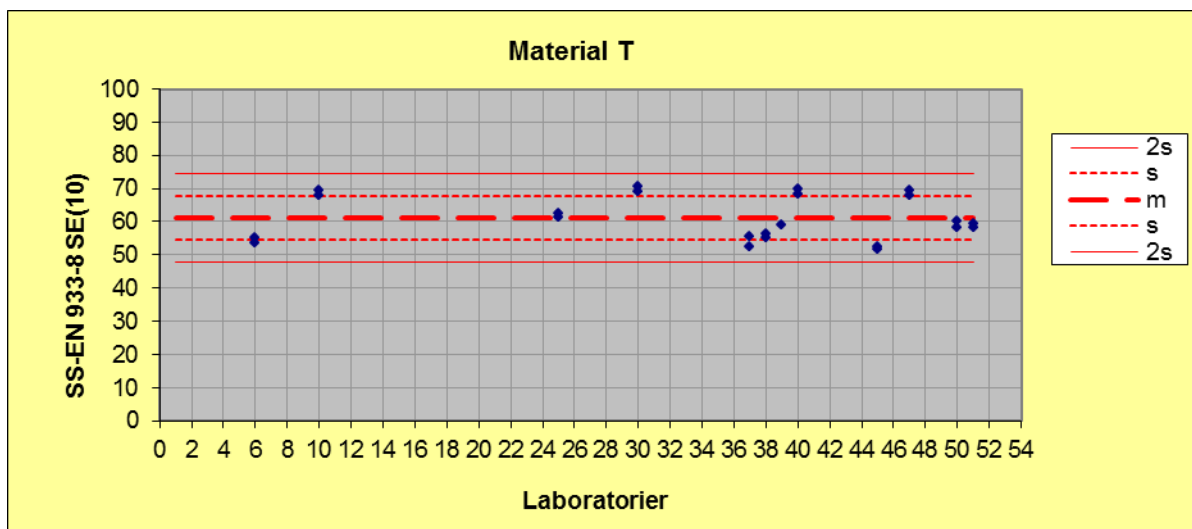
Figur 13 Enskilda värden för respektive laboratorium. Material T, SE version 1999.



Figur 14 Enskilda värden för respektive laboratorium. Material K, SE(10) version 2012.



Figur 15 Enskilda värden för respektive laboratorium. Material P, SE(10) version 2012.



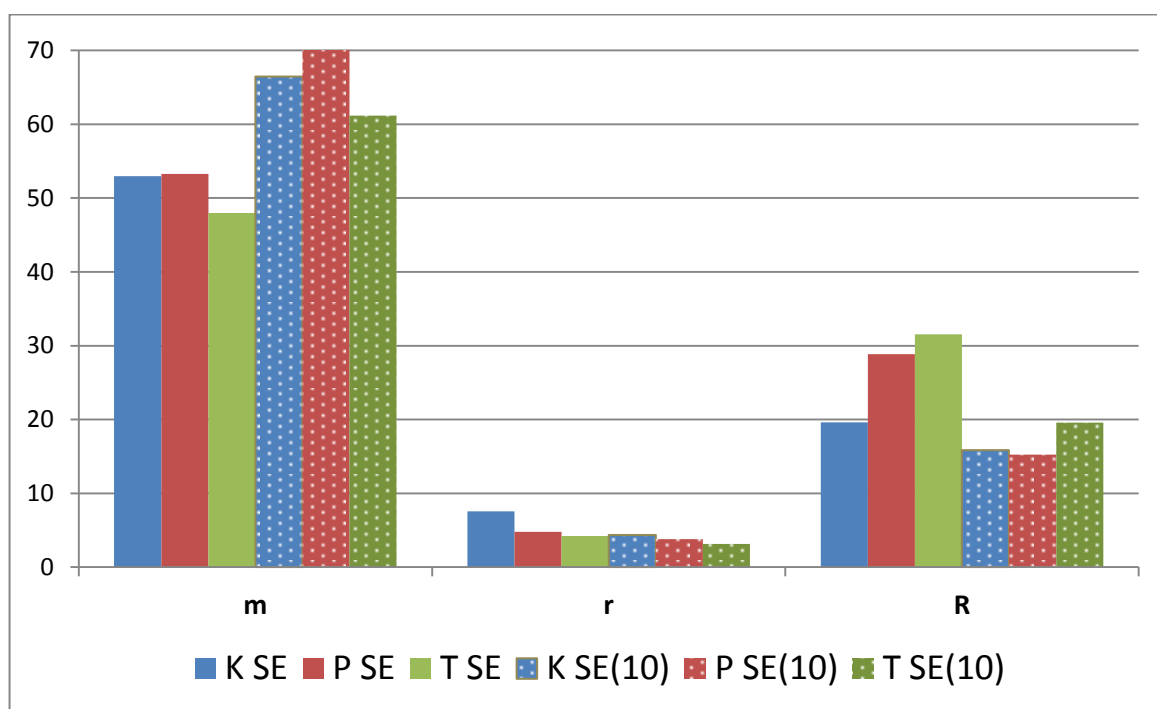
Figur 16 Enskilda värden för respektive laboratorium. Material T, SE(10) version 2012.

6 REPETERBARHET OCH REPRODUCERBARHET

Repeterbarheten, r och reproducerbarheten, R , har beräknats för båda versionerna av sandekvivalent som redovisas tillsammans med medelvärdet, m , i *Tabell 9* samt i Figur 17.

Tabell 9 Medelvärden, m , repeterbarheten, r och reproducerbarheten, R , för sandekvivalent.

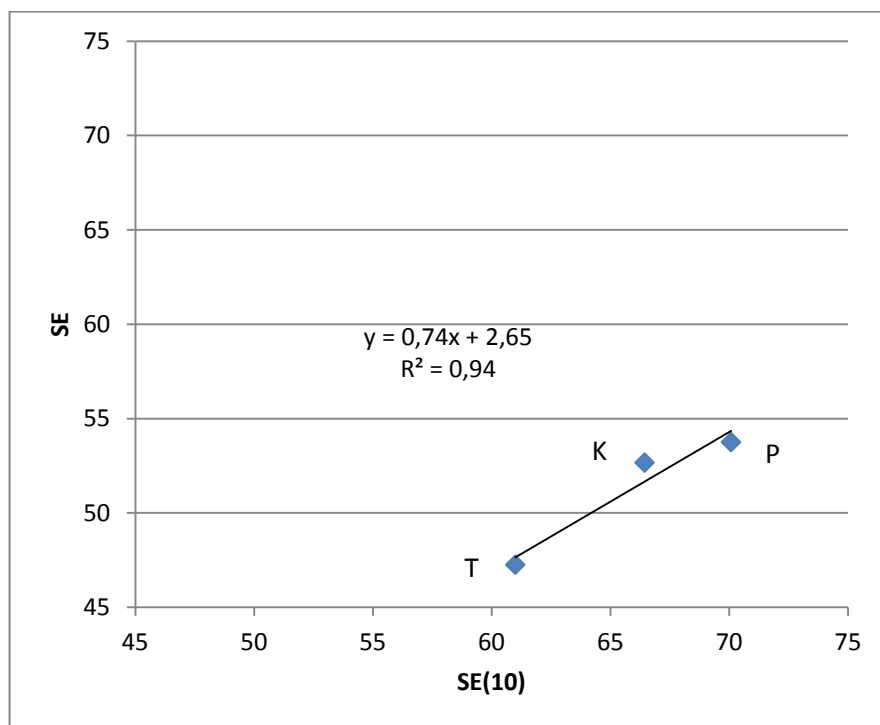
Mtrl	Version	m	r	R
K	SE	53,0	7,6	19,6
P	SE	53,3	4,8	28,9
T	SE	48,0	4,2	31,5
K	SE(10)	66,5	4,3	15,8
P	SE(10)	70,1	3,8	15,2
T	SE(10)	61,2	3,1	19,6



Figur 17 Medelvärden, m , repeterbarheten, r och reproducerbarheten, R , för varje version och material.

7 JÄMFÖRELSE MELLAN VERSIONER

Om man jämför skillnader i medelvärde mellan metodversioner (i *Tabell 8*) är den faktiska skillnaden ca 15 enheter och den relativa skillnaden ca 25 % (även Figur 18).



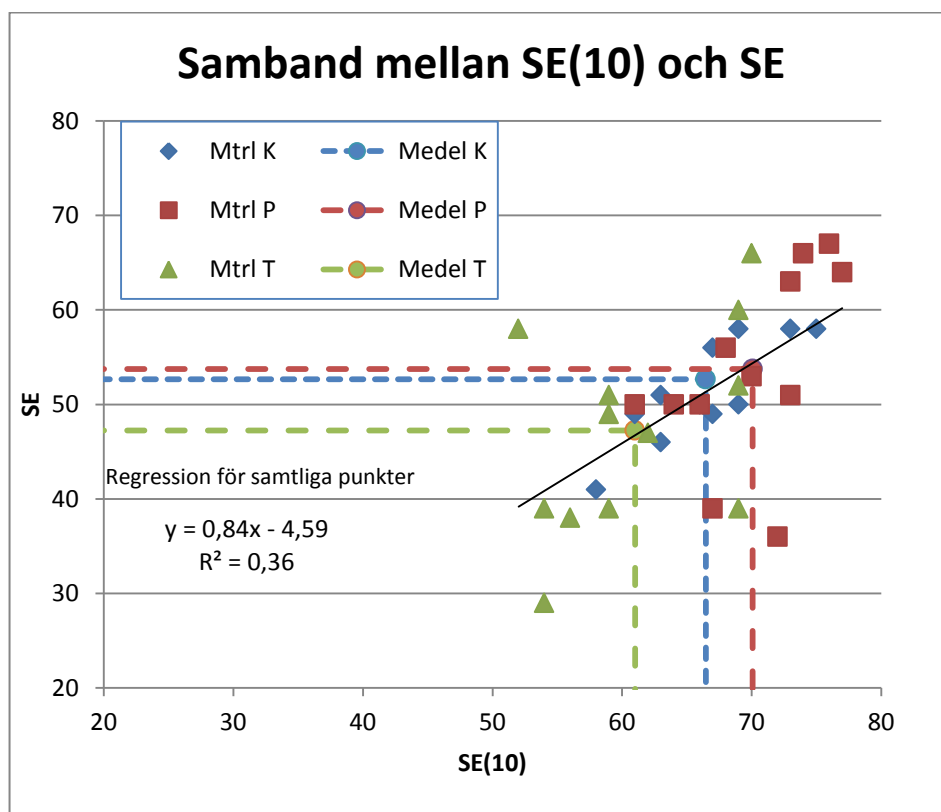
Figur 18 Medelvärden från respektive material.

Vid regressionsanalys av medelvärden från 3 material (ur *Tabell 8* och Figur 18) får man sambandet

$$SE = 0,74 SE(10) + 2,7$$

Vid regressionsanalys av samtliga laboratoriers resultat från 3 material (ur *Tabell 8* och Figur 19) får man sambandet

$$SE = 0,84 SE(10) - 4,6$$



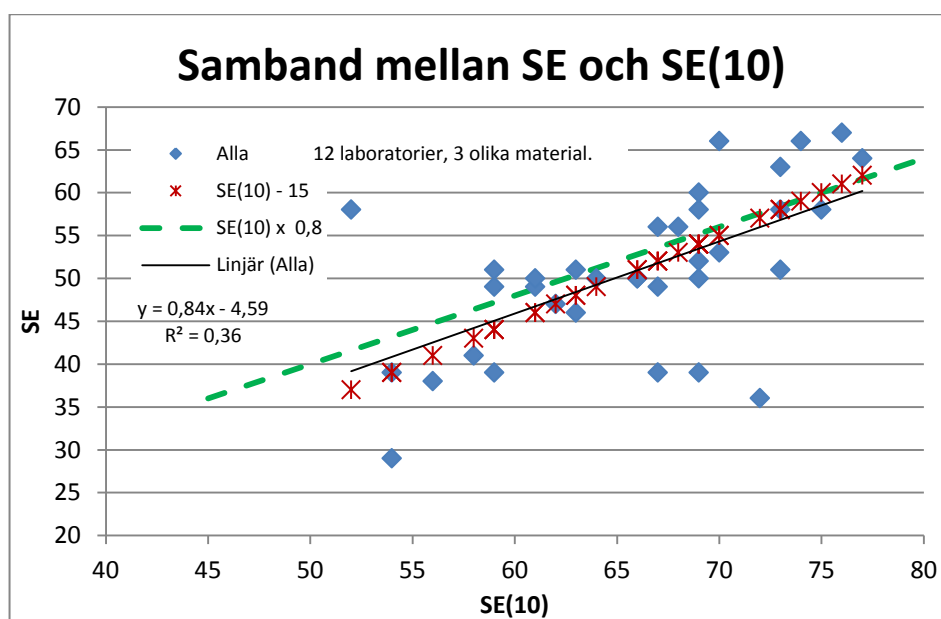
Figur 19 Alla sandekvivalentresultat i samma diagram. Regressionslinje för samtliga punkter. Tre material och tolv laboratorier.

Vid analys av denna jämförande provning kan man dra 2 alternativa slutsatser angående samband mellan SE(10) [version 2012] och SE [version 1999], Figur 20.

$$SE(10) \approx SE / 0,8$$

eller

$$SE(10) \approx SE + 15$$



Figur 20 Jämförelse mellan olika samband samt med regression av samtliga försök.



FINDING A BETTER WAY