

KBA C618 tootmisandmete analüüs

Autor: Mikk Kull, detsember 2019

Sissejuhatus

Analüüsiobjektiks oli trükimasina KBA C618 tootmisandmestik, mis sisaldab infot nelja erineva brigaadi poolt toodetud erinevate formaatide- ja lehekülgede arvuga trükiste käivituspraagi, kogu praagi, seisakute arvu ja ajalise kulu kohta. Andmestik sisaldas informatsiooni 12530 trükise kohta.

KBA C618 on 48-leheküljeline trükimasin (maksimaalselt 48-lk A4 formaadis), mis suudab toota nii A3, A4 kui ka A5 formaadis trükiseid ning järgnevate lehekülgede arvuga trükiseid: 2x48; 48; 32; 2x24; 2x16; 4x12; 24; 2x2x24; 2x2x16; 2x20; 2x32; 4x8; 16; 40; 2x12; 2x8; 2x28; 2x2x32; 12; 56. Erinevad järeltötluse liigid on Liim, Klamber ning *Online*, mis tegelikult järgmist protsessi ei hõlma – toode saab oma lõpliku kuju trükimasinas.

Masinasse söödetakse paberit rullist ning trükkimisel kasutatakse kuni nelja värvi: tsüaan, magenta, kollane ja must. Masina seadistamisel esineb käivituspraak, mis sõltub toodetava trükise iseloomust, lisaks tekib tiraaži jooksul lisanduvat praaki (rullivahetused, trükikummi pesemine jne). Samuti esineb ka seisakuid, mille põhjuseid konkreetses analüüsis ei lahata. Andmestikust selgub, et masin on seisnud kasutusaja jooksul tehniliste probleemide tõttu rohkem kui 86 päeva. Must tiraaž näitab tellitud tiraaži ja praagi summat.

Kogu andmestikku iseloomustab järgnev tabel:

	Tiraaž [eks]	Must tiraaž [eks]	Käivitus [eks]	Seisakud [min]	Seisakud [x]	Praak [eks]	Praagi protsent [%]
Min	150	1,257	210	0.00	0.00	79	0.99
Keskmine	41,564	45,509	2,035	9.97	0.49	3,945	13.70
Mediaan	29,920	33,087	2,000	0.00	0.00	3,411	10.54
Max	628,499	651,172	15,500	720.00	90.00	31,122	91.92

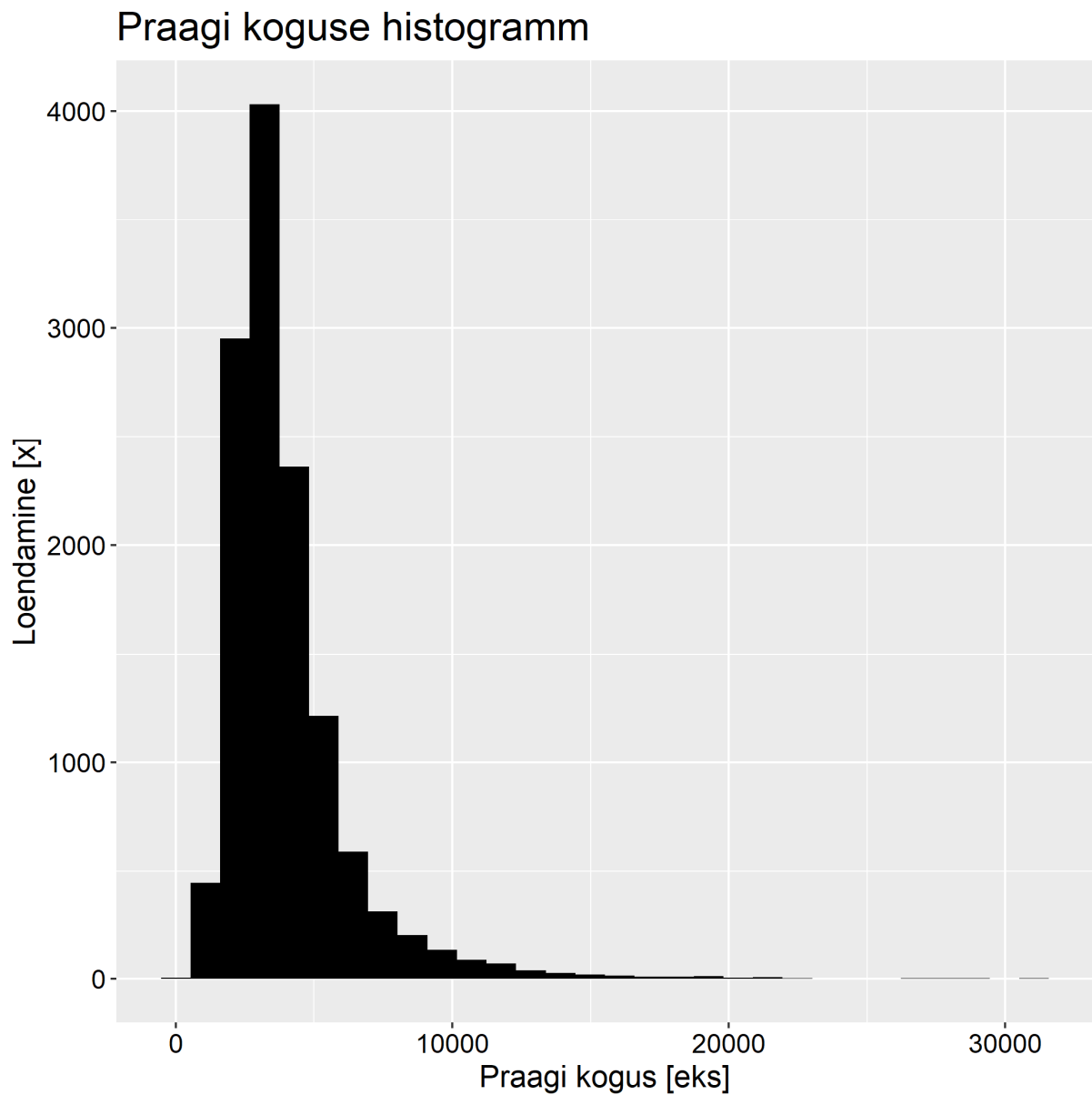
Hüpoteesid

Eelnevalt andmestiku analüüsile püstitati järgnevad hüpoteesid:

- Praagiprotsendi väärtuses ei esine pikaajalisi trende.
- Tootmisel tekkiva praagi kogus ei sõltu masinat opereerivast brigaadist.
- Erilahenduste tootmisel tekkiva praagi kogus on suurem kui standardtoodete valmistamisel tekkivate defektsete eksemplaride kogus.
- Online* (järeltötlust järgnevates protsessides ei teostata) tööde praagiprotsent on suurem kui järeltötlusesse suunatavate tööde praagiprotsent.

Juhul kui hüpotees b) peab paika, ei grupeerita hüpoteeside c) ja d) kontrollimisel andmestikku brigaadide järgi.

Enne hüpoteeside kontrollimist vaatleme histogrammi, mis näitab praagi koguse väärtuste esinemise sagedust.

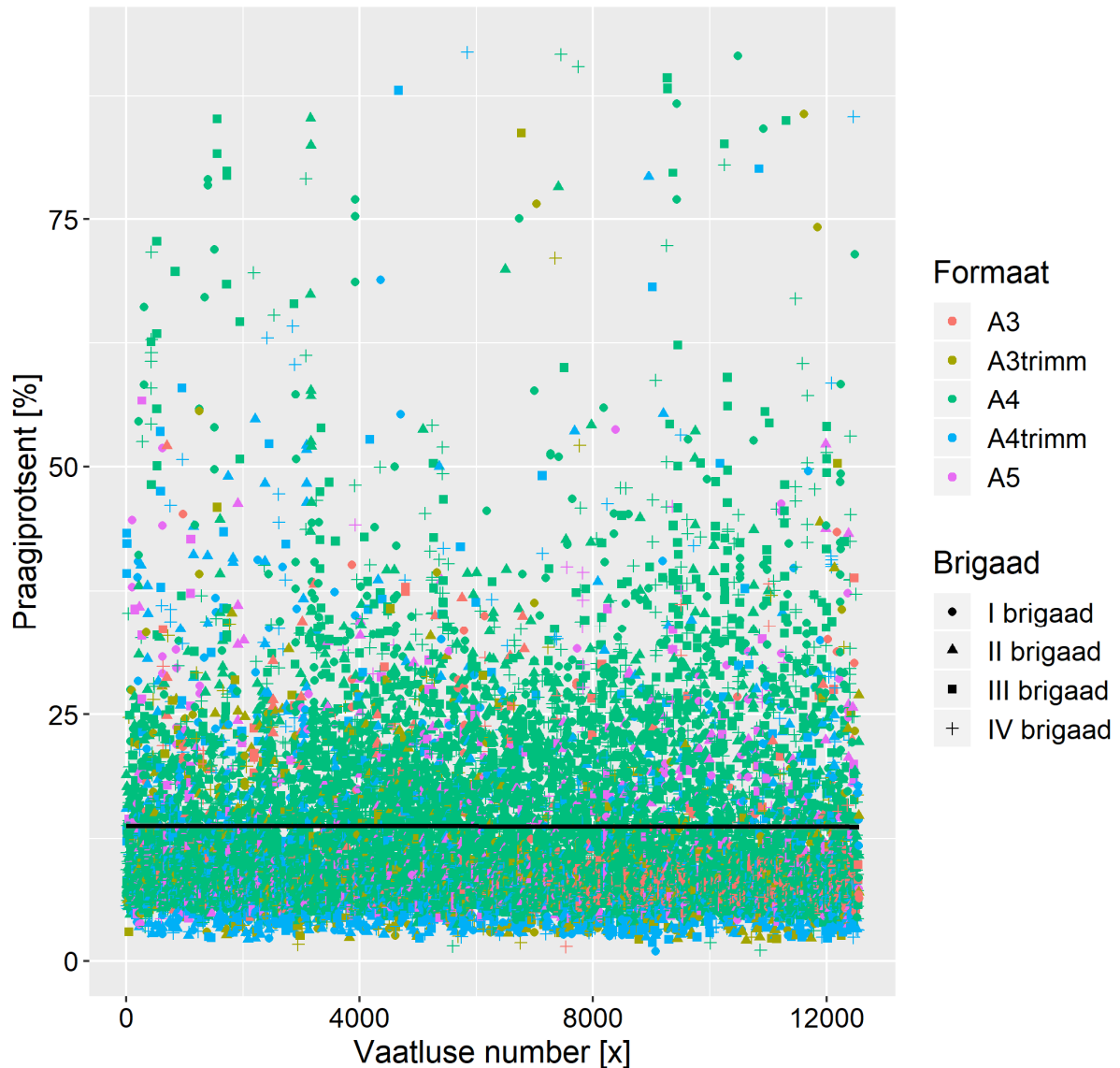


Jooniselt on näha, et praagi koguse väärtused on tõenäoliselt lähendatavad Weibull'i jaotusega ning kõige sagedamini esinevaid praagi koguse väärtusi on andmestikus märgitud rohkem kui 4000 korral.

Analüüs

Kontrollimaks praagiprotsendi pikaajaliste trendide olemasolu, tekitati aegrida koos lineaarse regressiooni sirgega (siluja):

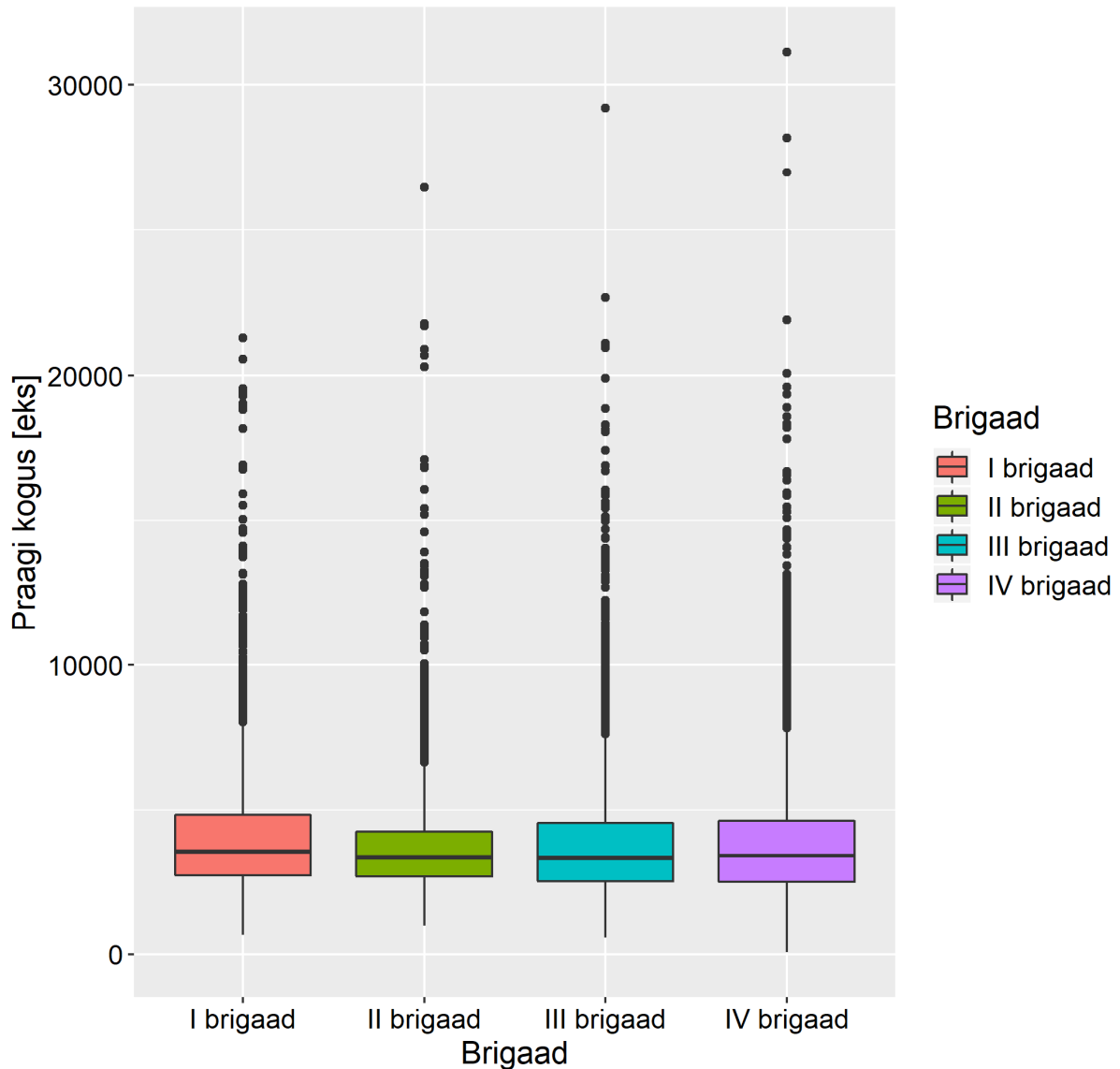
Praagiprotsendi aegrida



Eeltoodud jooniselt on näha, et pikaajalised trendid puuduvad ning andmed on juhuslikud, lisaks puudub regressiooni sirge tõus. See viitab asjaolule, et praagiprotsent ei sõltu otseselt masina vanusest, vaid pigem trükise iseloomust. Seetõttu peab hüpotees a) paika.

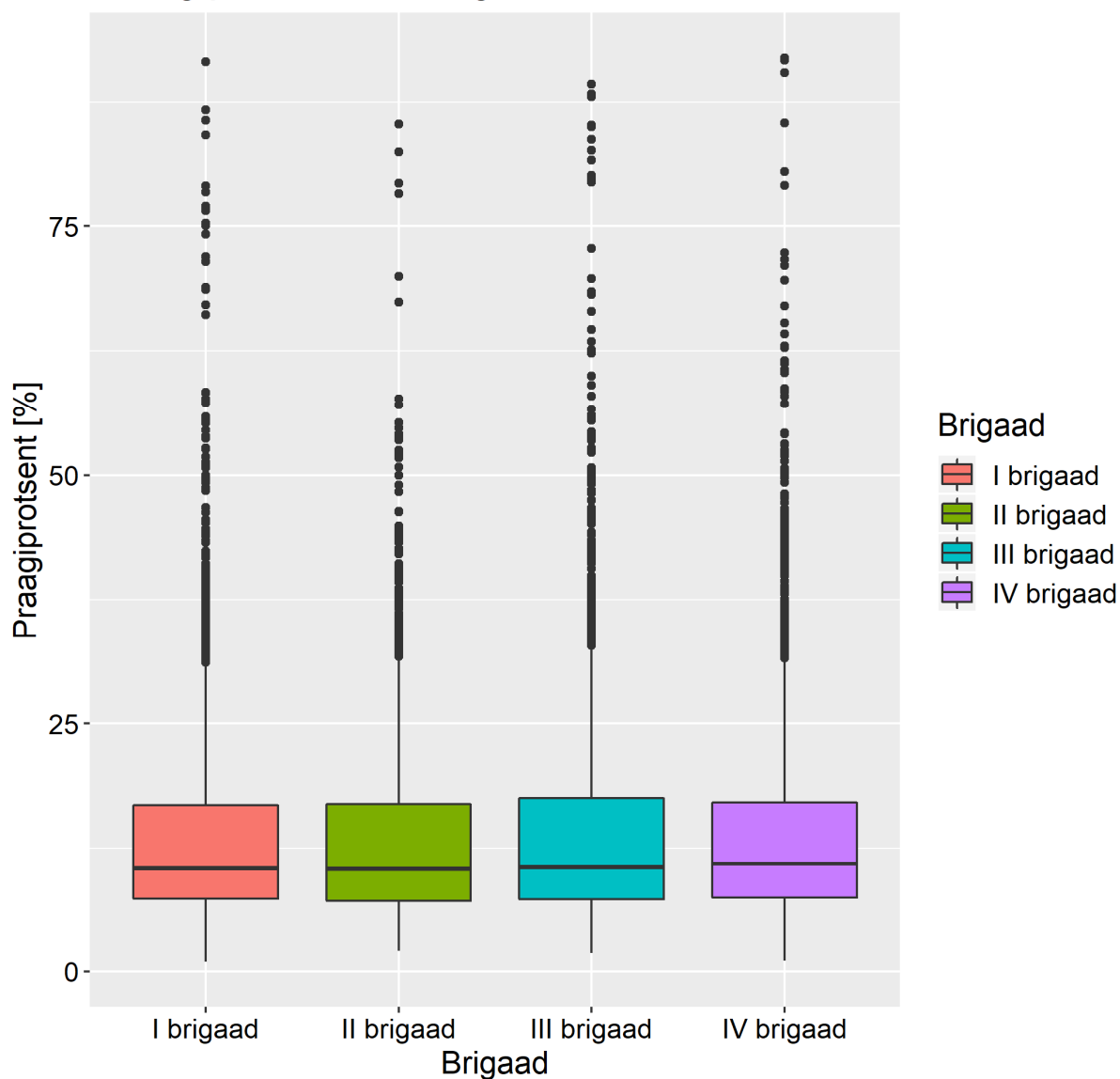
Kontrollimaks brigaadi numbrit ja tootmisel tekkiva praagi seoseid tekitati kolm karpdiagrammi, kus on toodud praagi absoluutväärtuste, praagiprotsendi ja käivituspraagi absoluutväärtuste seos masinat opereeriva brigaadiga:

Praagi kogus vs Brigaad



Kui ekstreemsed väärtused välja jätta, siis on näha, et ühe trükise tootmisel tekkivad praagi kogused on eri brigaadidel väga sarnased ning mediaanid lähedased. Kvartiilide vahelised alad kattuvad suuremas osas. Sama võib öelda ka järgneval joonisel kuvatud praagiprotsentide kohta. Seetõttu võib ka kinnitada ka hüpoteesi b) õigsust. Konkreetne tulemus oli oodatav kuna kõikidel brigaadidel on võimalik kasutada samu automaatseadmeid ning abivahendeid, mille seisukorda kontrollitakse kindla perioodi järel ning vajadusel teostatakse kalibratsioon. Väikesed erinevused tulenevad asjaolust, et tootmise planeerimisel eeldatakse kõikide brigaadide võrdset võimekust ning tööd jaotatakse brigaadide vahel vastavalt tellimuse tähtsajale. Samuti võib esineda olukordi, kus masinat opereeriv brigaad tuvastab tehnilise probleemi, kuid selle lahendamine ei ole koheselt võimalik, kuid töö tuleb ikkagi ära teha.

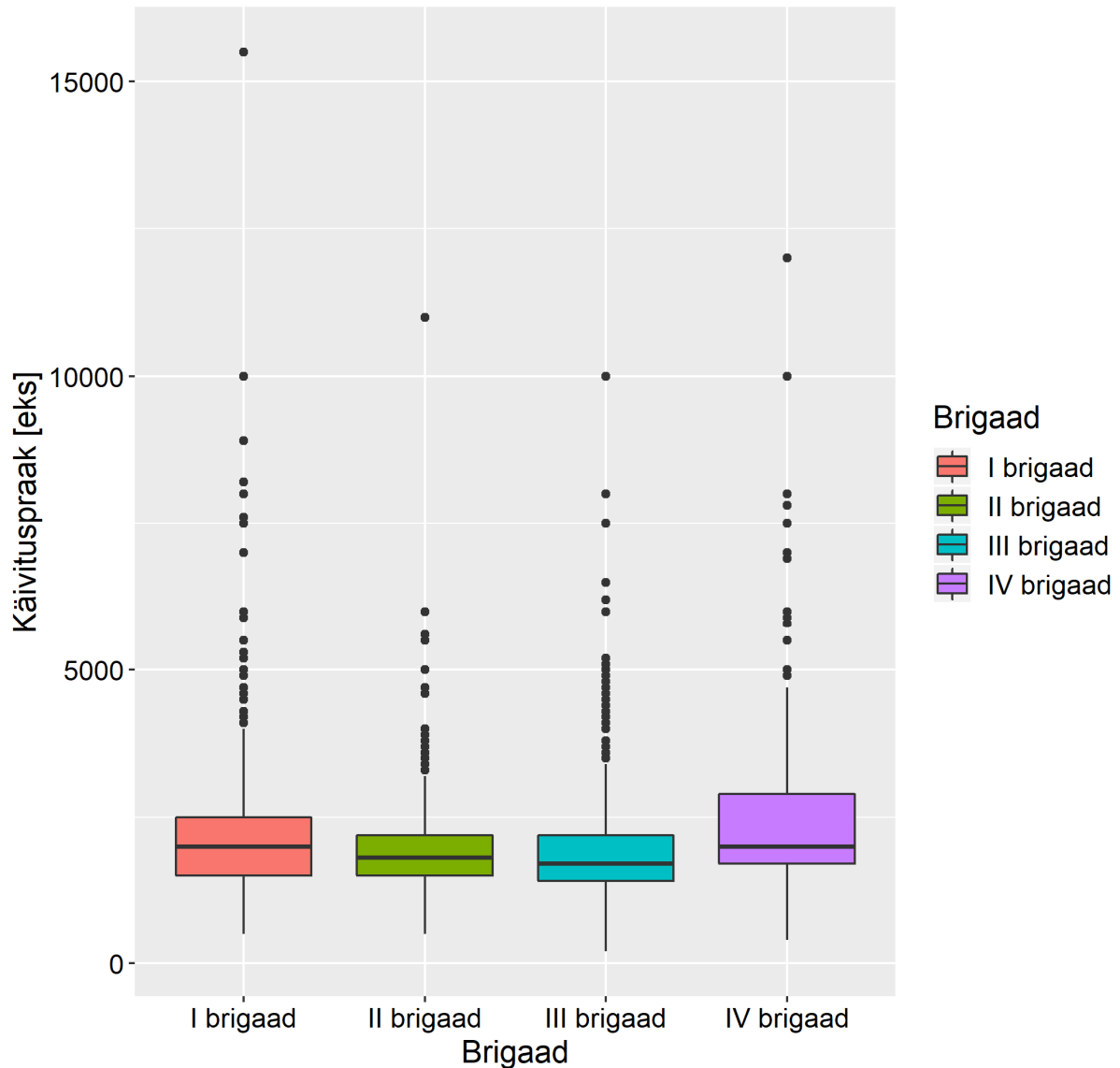
Praagiprotsent vs Brigaad



Järgnevas tabelis on välja toodud iga brigaadi keskmine praak, keskmine käivituspraak ja praagiprotsent ning nende standardhälbed (SD) ja vaatluste arv. Standardhälvete väärtused on kohati samas suurusjärgus, mis keskväärtused, viidates suurele varieeruvusele.

Brigaad	Keskmine praak [eks]	SD	Keskmine käivituspraak [eks]	SD	Keskmine praagiprotsent [%]	SD	Vaatlusi [x]
I	4,128	2,258	2,094	856	13.7	10.07	3,021
II	3,749	1,912	1,890	627	13.2	8.81	3,196
III	3,943	2,375	1,865	792	14.0	10.54	3,143
IV	3,972	2,419	2,295	966	13.9	9.96	3,170

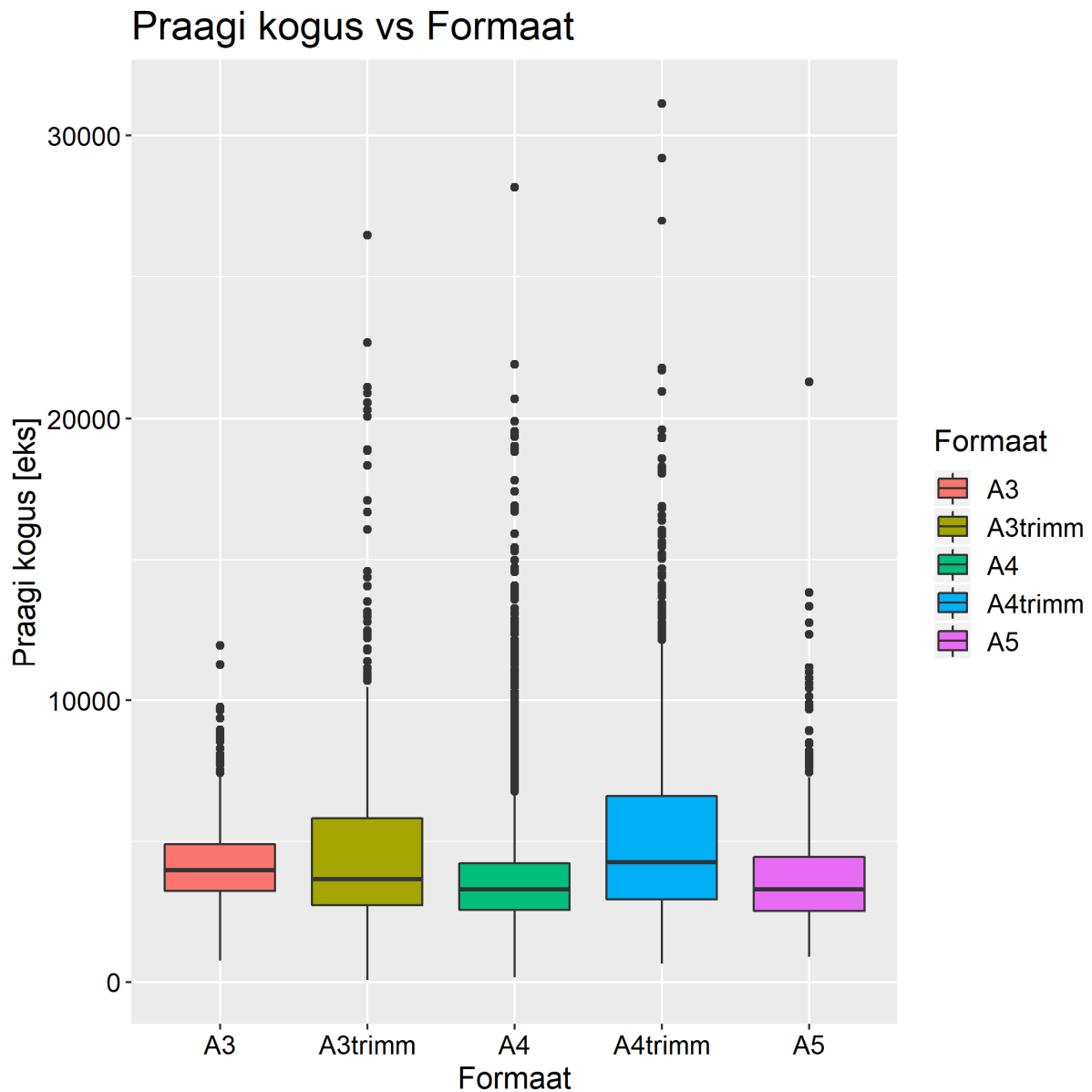
Käivituspraak vs Brigaad



Eri brigaadide käivituspraagi väärtused on tehnilisest vaatevinklist väga lähedased, kuid silma torkab tõsiasi, et neljad brigaadi käivituspraagi keskvaartus ja standardhälve on natukene kõrgemad kui teistel brigaadidel.

Siiski, konkreetsel juhul võib väita, et tootmisel tekkiva praagi kogus ei sõltu masinat opereerivast brigaadist. Kuna hüpotees b) peab paika, ei grupeerita hüpoteeside c) ja d) kontrollimisel andmestikku brigaadide järgi, vaid kasutatakse kõiki väärtusi.

Kontrollimaks kas erilahenduste tootmisel tekkiva praagi kogus on suurem kui standardtoodete valmistamisel tekkivate defektsete eksemplaride kogus. Standardtoodeteks nimetame trükised, mis on tellitud A4 formaadis ja, mille mõõtmeid ei pea järgneva protsessi jaoks vähendama (trimm). Visualiseerime seosed praagi koguse ja eri formaatide vahel:

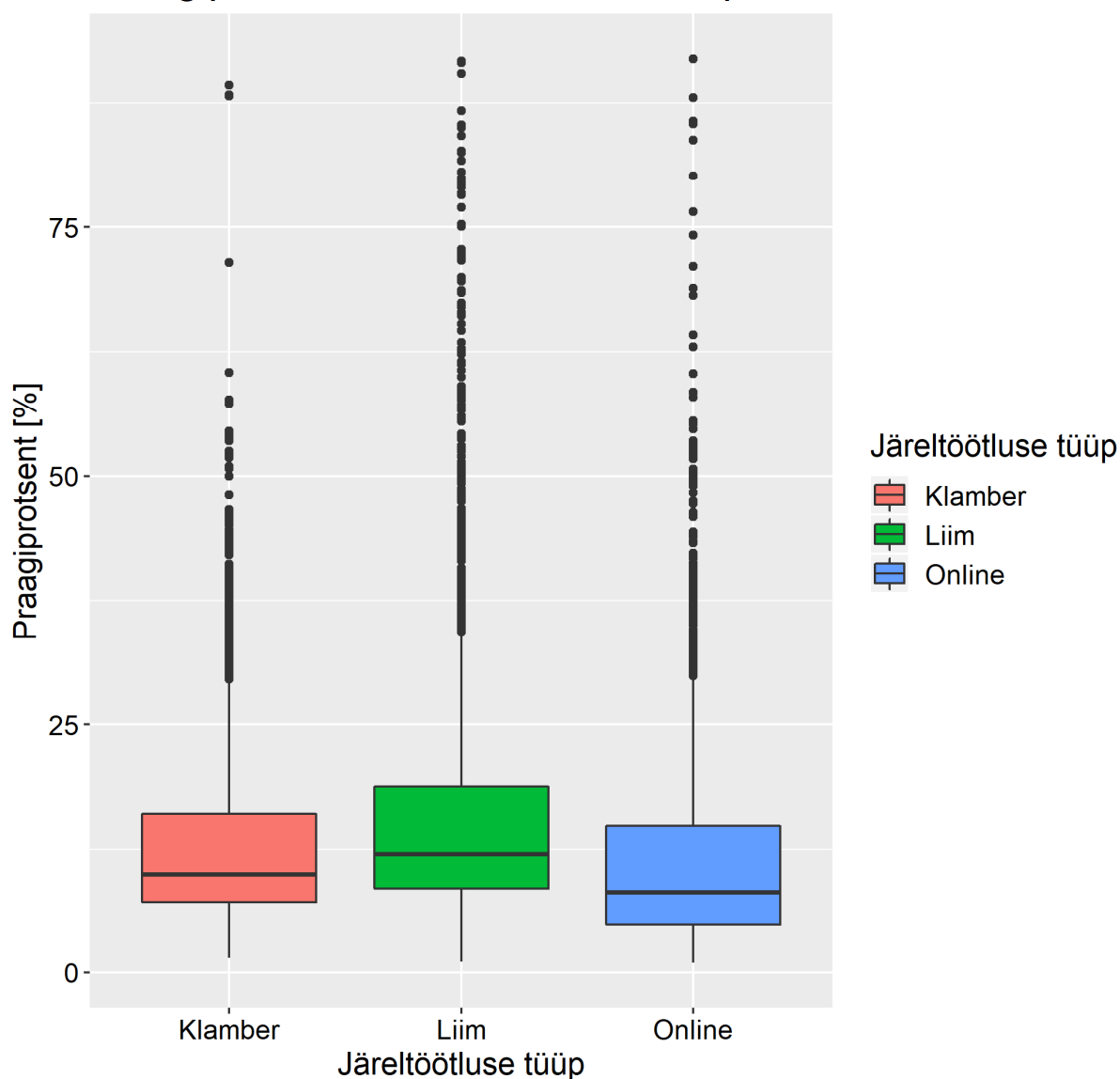


Eeltoodud jooniselt on selgelt näha, et trimmimist vajavate tööde praagi koguse varieeruvus on oluliselt suurem kui A3, A4 ja A5 formaadis tööde praagi kogus. Seda võib põhjendada faktiga, et trimmimiseks tuleb trükised suunata eraldi liinile, mille seadistamine tekitab lisa praaki. Samas on jooniselt näha, et A4 formaadis tööde praagi koguse mediaan on väga lähedane A5 formaadis tööde mediaanile ning kvartiilid on samuti sarnaste väärtustega. A5 toode saadakse A4 toote kokku voltimisel ning konkreetne tegevus vajab väga vähe seadistamist. Eelnevat informatsiooni

arvestades ei ole võimalik väita, et erilahenduste tootmisel tekkiva praagi kogus on suurem kui standardtoodete valmistamisel tekkivate defektsete eksemplaride kogus.

Järgnevalt analüüsime, kas *Online* (järeltöötlust järgnevates protsessides ei teostata) tööde praagiprotsent on suurem kui järeltöötlusesse suunatavate tööde praagiprotsent. *Online* tööd ei vaja järeltöötlust (kõitmine, stantsimine jne). Kõik vajalikud toimingud saavutamaks lõpliku toote kuju teostatakse trükimasina (formaati lõikamine, voltimine jne). Seetõttu võiks eeldada, et valmistoodet iseloomustavate parameetrite paika sättimine võtab rohkem aega, mistõttu tekib ka rohkem praaki. Kontrollimaks hüpoteesis d) esitatud väite kehtimist, tekitati praagiprotsendi ja järeltöötluste tüübi seoste karpdiagramm.

Praagiprotsent vs Järeltöötluste tüüp



Eeltoodud jooniselt on selgelt näha, et *Online* tööde praagiprotsent ei ole kõrgem kui järeltöötlusesse minevate tööde praagiprotsent. Jooniselt selgub, et *Online* töodel on kõige madalam praagiprotsendi mediaanväärtus ning seetõttu võib väita, et hüpotees d) ei pea paika.

Tulemused

Analüüsi tulemusel on võimalik andmestiku kohta esitada järgnevad väited:

- a) Praagiprotsendi väärtuses ei esine pikaajalisi trende.
- b) Tootmisel tekkiva praagi kogus ei sõltu masinat opereerivast brigaadist.
- c) Erilahenduste tootmisel tekkiva praagi kogus ei ole suurem kui standardtoodete valmistamisel tekkivate defektsete eksemplaride kogus.
- d) *Online* (järeltöötlust järgnevates protsessides ei teostata) tööde praagiprotsent ei ole suurem kui järeltöötlusesse suunatavate tööde praagiprotsent.