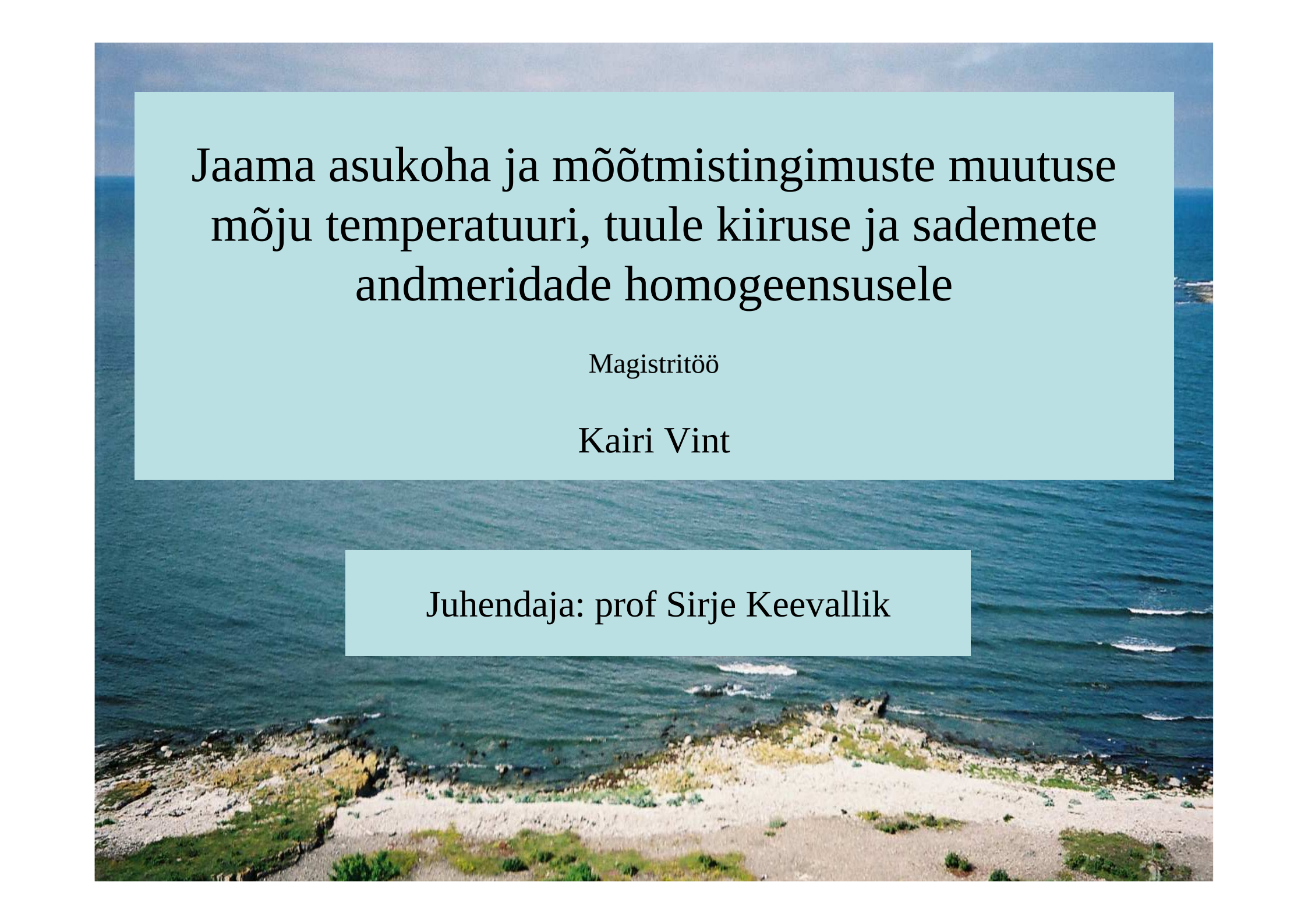




Jaama asukoha ja mõõtmistingimuste muutuse mõju temperatuuri, tuule kiiruse ja sademete andmeridade homogeensusele

Magistritöö

Kairi Vint

Juhendaja: prof Sirje Keevallik

Töö struktuur

- Eesmärk
- Andmete homogeensusest
- Analüüsi metoodika
- Pärnu: tuul, temperatuur, sademed
- Tallinn: tuul, temperatuur, sademed
- Tartu: tuul, temperatuur, sademed
- Tuule trendide usaldatavus
- Kokkuvõte

Töö eesmärk on välja selgitada:

- jaama asukoha
 - mõõteseadme
 - vaatlustähtaegade
- 
- muutuse mõju**

-õhutemperatuuri, tuule kiiruse ja sademete andmeridadele

-Pärnus, Tallinnas, Tartus

Milleks on homogeensed andmerekad vajalikud?

- selleks, et kliimaandmed ei peegeldaks individuaalseid **jaama asukoha, mõõteseadmete või vaatlustähtaegade muutumisest tekkinud anomaaliaid**
- eristada tuleks katkemispunktid, mis ei ole seotud tõelise kliima muutlikkusega
- siis saab teha usaldusväärseid järeldusi kliimamuutuse kohta

Vaja läheb põhjalikult dokumenteeritud meteoroloogiajaamade ajalugu

Metaandmestik

- kirjeldab, millal kunstlik muutus on toimunud
- annab teada muutuse põhjuse

Analüüsi metoodika

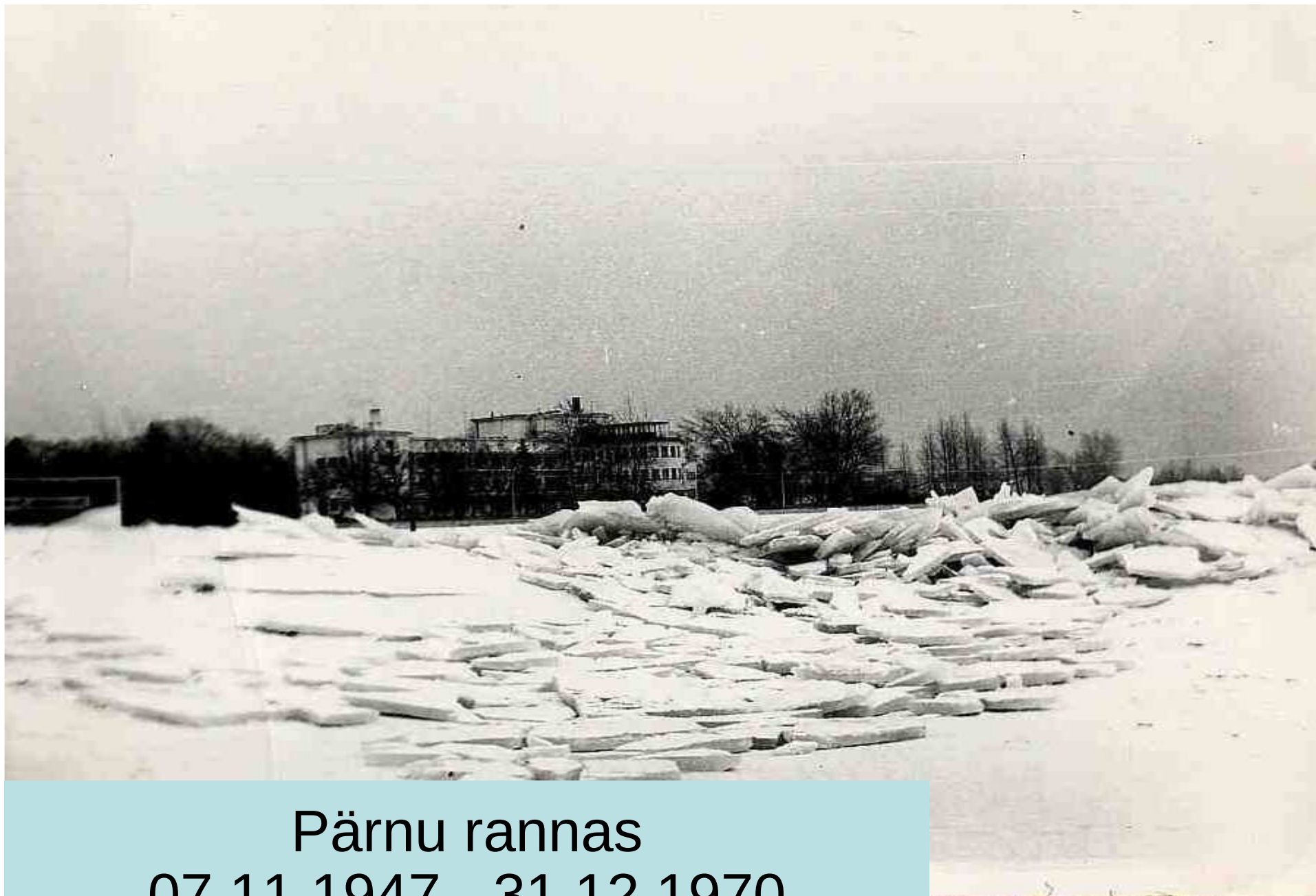
- Ühte üldkogumisse kuuluvad andmed on vastavalt muutustele jaotatud perioodideks
- Ajaliselt kõrvuti asetsevaid perioode on käsitletud kui kaht väljavõttu andmestikust
- Fisheri f-testi rakendamisega antakse hinnang valimite dispersioonide kohta
- Studenti t-testi rakendamisega antakse hinnang valimite keskväärtuste kohta

Pärnu vaatlusjaama asukoha muutused

Periood	Jaama asukoht
01.01.1877 - 06.11.1947	lootsitorni juures
07.11.1947 - 31.12.1970	avatud mererand
01.01.1971 - 06.09.1990	mererannas rannahoonete kompleksi läheduses
07.09.1990 - 15.12.2004	kesklinn
16.12.2004 - 31.12.2010	Sauga lennuväli



Pärnus lootsitorni juures
01.01.1877 - 06.11.1947



Pärnu rannas
07.11.1947 - 31.12.1970



Pärnu rannas hoonete läheduses
01.01.1971 - 06.09.1990



Pärnu kesklinnas
07.09.1990 - 15.12.2004



Sauga lennujaamas
16.12.2004 - praeguseni

Tulemused: Pärnu tuul 1966 - 2010

tuule mõõtmise kohad	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtused	järelalus	
				disp.	keskv.
avatud mererand / mererannas hoonete läheduses	01.01.1966 - 31.12.1971 / 01.01.1972 - 31.08.1990	1,192 / 1,108	4,689 / 4,730	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
mererannas hoonete läheduses / kesklinnas	01.09.1972 - 31.08.1990 / 01.09.1990 - 15.12.2004	1,108 / 0,440	4,731 / 3,401	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
kesklinnas / Sauga lennuväljal	01.09.1990 - 15.12.2004 / 16.12.2005 - 31.12.2010	0,440 / 0,510	3,401 / 3,671	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad

Tulemused: Pärnu tuul 1966 - 2010

tuule mõõteseadmed	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtused	järelkus	
				disp.	keskv.
tuulelipp kõrgusel 16,0 m / anemorumb. kõrgusel 15,5 m	01.01.1966 - 31.12.1974 / 01.01.1975 - 06.09.1990	1,033 / 1,151	4,824 / 4,696	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
anemorumb kõrgusel 15,5 m /anemorumb hoone katusel kõrgusel 25,0 m; sisaldab ka jaama asukoha muutust	01.01.1975 - 06.09.1990 / 07.09.1990 - 31.12.1996	1,136 / 0,358	4,682 / 3,639	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
anemorumb. hoone katusel kõrgusel 25,0 m / uuemat tüüpi anemorumb hoone katusel kõrgusel 25,0 m	01.09.1990 - 31.12.1996 / 01.01.1997 - 15.12.2004	0,358 / 0,405	3,639 / 3,211	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
uuemat tüüpi anemorumb hoone katusel kõrgusel 25,0 m / anemomeeter WAA151; sisaldab ka jaama asukoha muutust	01.01.1997 - 15.12.2004 / 16.12.2005 - 31.12.2010	0,405 / 0,510	3,211 / 3,671	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad

Tulemused: Pärnu temperatuur 1901- 2010

Teststatistikud näitavad...

- et asukoha, mõõteriista ja vaatlustähtaegade muutused
- **ei ole mõjutanud** Pärnu õhutemperatuuri aegrea homogeensust

Tulemused: Pärnu sademed 1901 - 2009

sademete mõõtmise kohad	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtused	järelus	
				disp.	keskv.
lootsitorni juures/avatud mererannas; sisaldab mõõteriista muutust	01.01.1901 - 06.11.1947 / 07.11.1947 - 22.04.1971	894,447 / 993,805	44,450 / 49,452	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
avatud mererannas / mererannas hoonetekompleksi juures; sisaldab mõõteriista muutust	07.11.1947 - 22.04.1971 / 23.04.1971 - 06.09.1990	993,805 / 1278,080	49,452 / 57,645	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
mererannas hoonetekompleksi juures / kesklinnas	23.04.1971 - 06.09.1990 / 07.09.1990 - 15.12.2004	1278,081 / 1064, 756	57,645 / 62,961	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
kesklinnas / Sauga lennuväljal	07.09.1990-15.12.2004 / 16.12.2004 - 30.04.2009	1064,756 / 1328,375	62,961 / 59,192	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad

Tulemused: Pärnu sademed 1901 - 2009

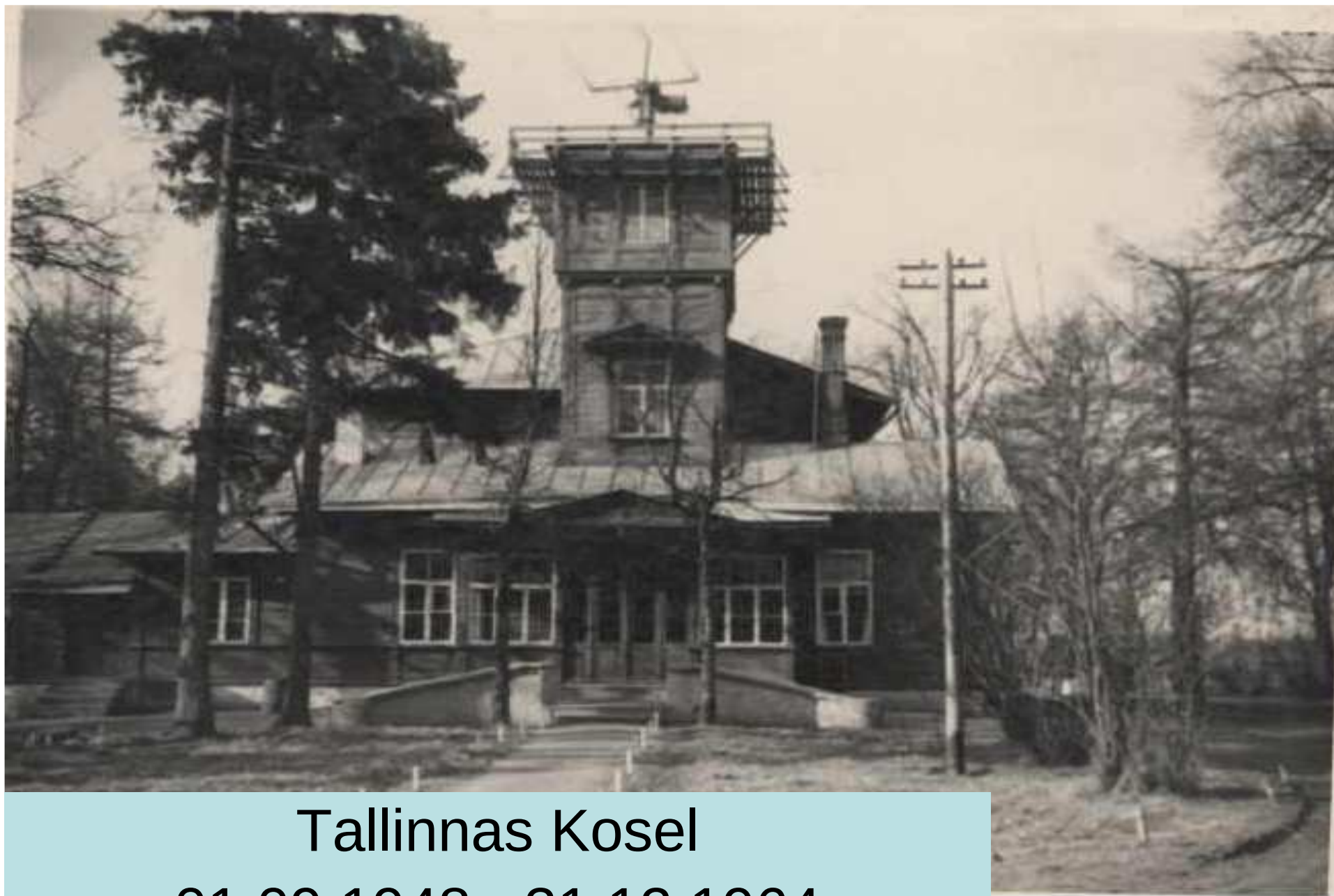
sademete mõõteseadmed	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtused	järelkus	
				disp.	keskv.
sademetemõõtja serva kõrgus maapinnast 6,1 m / sadmetemõõtja ülemise serva kõrgus maapinnast 9,1 m	01.01.1901-31.07.1905 / 01.08.1905-06.07.1907	1036,543 / 1106,694	45,624 / 46,309	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
sademetemõõtja serva kõrgus maapinnast 9,1 m / sadmetemõõtja ülemise serva kõrgus maapinnast 6,1 m	01.08.1905 - 06.07.1907 / 07.07.1907 - 31.12.1920	1106,694 / 585,435	46,309 / 39,702	oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
sademetemõõtja ülemise serva kõrgus maapinnast 6,1m / Niferi tuulekaitsega sademetemõõtja	07.07.1907 - 31.12.1920 / 01.01.1921 - 31.03.1952	585,435 / 1057,691	39,702 / 46, 607	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
Niferi tuulekaitsega sademetemõõtja / Tretjakovi tüüpi sademetemõõtja	01.01.1921-31.03.1952 / 01.04.1952-30.04.2009	1554,273 / 942,573	50,008 / 49,878	oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad

Tallinna jaama asukoha muutused 1931 - 2010

Perioodid	Jaama asukoht
01.01. 1931 - 31.08.1948	Tallinnas Valge majakas
01.09.1948 - 31.12.1964	Tallinn-Kose
01.01.1965 - 30.04.1980	Tallinn-Ülemiste
01.05.1980 - 31.12. 2010	Tallinn-Harku



Tallinn Valge majakas
01.01.1931 - 31.08.1948



Tallinnas Kosel
01.09.1948 - 31.12.1964



Tallinnas Ülemistel
01.01.1965 - 30.04.1980



Tallinn-Harku
01.05.1980 - praeguseni

Tulemused: Tallinna tuul 1966 - 2010

jaama asukohad / tuule mõõteseadmed	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtused	järelkus	
				disp.	keskv.
Ülemiste / Harku	01.01.1966 - 30.04.1980 / 01.05.1980 - 31.08.2010	0,587 / 0,365	4,497 / 3,600	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
anemorumb kõrgusel 10,7 m / anemorumb. kõrgusel 10,0 m	01.01.1966 - 31.12.1972 / 01.01.1973 - 30.04.1980	0,588 / 0,498	4,726 / 4,341	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
anemorumb. kõrgusel 10,0 m / Vaisala tuulemõõtur WAD21M	01.05.1980 - 31.12.1996 / 01.01.1997 - 31.08.2003	0,366 / 0,305	3,689 / 3,398	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
Vaisala tuulemõõtur WAD 21M /anemomeeter WAA151; sisaldab ka asukoha muutust	01.01.1997 - 31.08.2003 / 01.09.2003-31.12.2010	0,305 / 0,239	3,398 / 3,191	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad

Tulemused: Tallinna temperatuur 1931-2010

Teststatistikud näitavad...

- et asukoha, mõõteriista ja vaatlustähtaegade muutused
- ei ole mõjutanud Tallinna õhutemperatuuri aegrea homogeensust

Tulemused: Tallinna sademed 1931-2009

sademete mõõtmise kohad	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtused	järeldus	
				disp.	keskv.
majakas / Kose	01.01.1931 - 31.08.1948 / 01.09.1948 - 31.12.1964	1007,582 / 1014,149	45,661 / 47,220	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
Kose / Ülemiste	01.09.1948 - 31.12.1964 / 01.01.1965 - 30.04.1980	1014,149 / 979,510	47,220 / 52,167	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
Ülemiste / Harku	01.01.1965 - 30.04.1980 / 01.01.1980 - 30.04.2009	979,510 / 1293,469	52,167 / 58,362	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad

Tartu jaama asukoha muutused

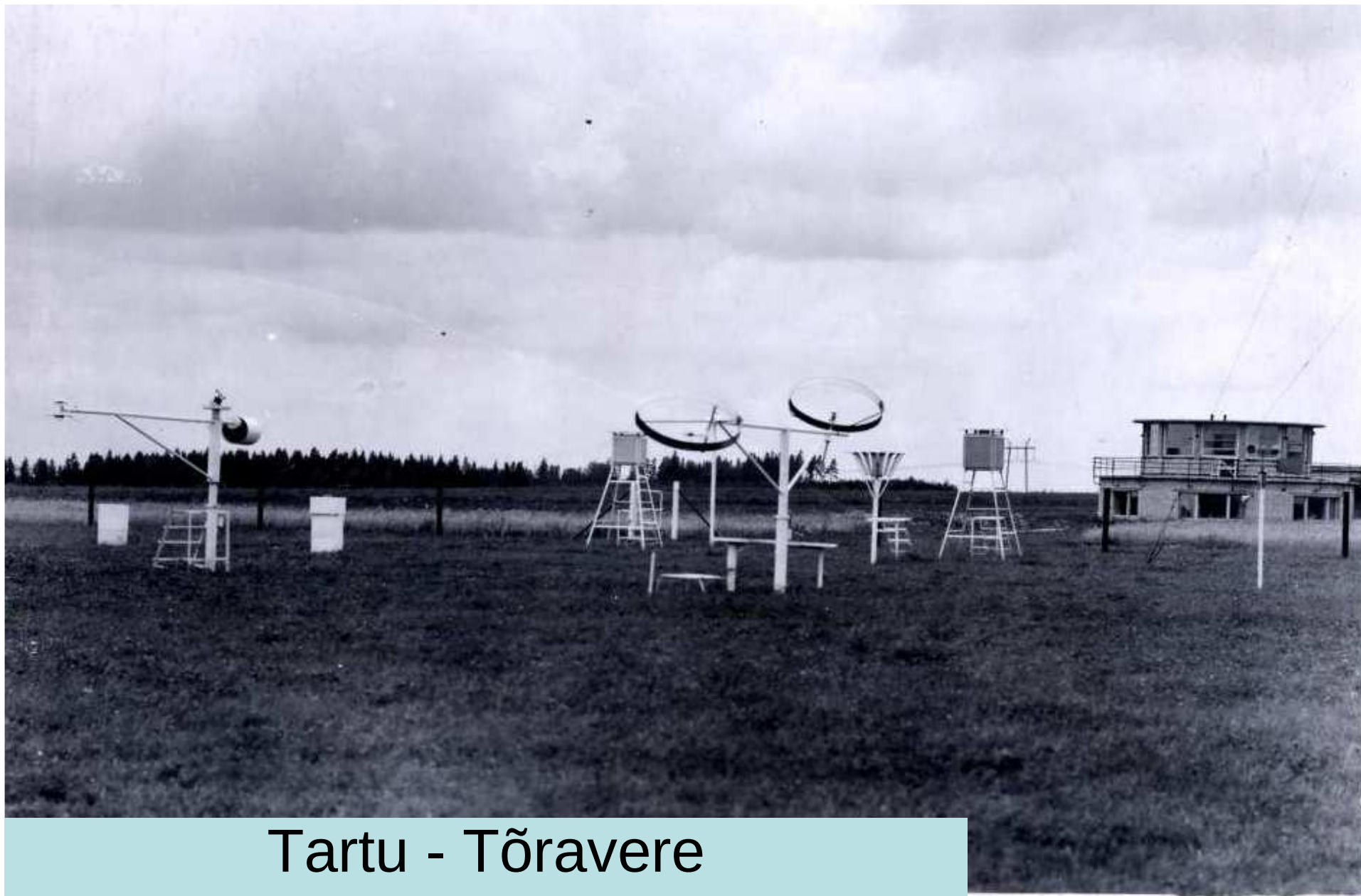
Perioodid asukoha järgi	Jaama asukoht
1881-1892	Tartu obs.Tiigi 1
1893-1925	Tartu obs. Tiigi 15
1926-1949	Tartu obs. J. Liivi 3
1950-1996	Ülenurme
1997-praeguseni	Tõravere



Tartu kesklinnas
1926 - 1949



Tartu-Ülenurme
1950 - 1996



Tartu - Tõravere
al.1997 - praeguseni

Tulemused: Tartu tuul 1966 - 2010

tuule mõõtmine	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtusd	järelendus	
				disp.	keskv.
Ülenurme / Tõravere	01.01.1966 - 31.12.1996 / 01.01.1997 - 31.12.2010	0,598 / 0,324	3,880 / 2,893	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
M-63M-1 / UATGMS	01.01.1966 - 31.12.1968 / 01.01.1969 - 31.12.1985	0,734 / 0,1616	3,889 / 3,807	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
UATGMS / anemograaf M-12	01.01.1969 - 31.12.1985 / 01.01.1986 - 31.12.1996	0,616 / 0,521	3,807 / 3,990	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
anemograaf M-12 / WAD 21M; sisaldab ka asukoha muutust	01.01.1986 - 31.12.1996 / 01.01.1997 - 31.08.2003	0,521 / 0,324	3,990 / 2,893	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad
WAD 21M / WAA151	01.01.1997 - 31.08.2003 / 01.09.2003 - 31.12.2010	0,324 / 0,202	2,893 / 2,590	oluliselt erinevad	oluliselt erinevad

Tulemused: Tartu temperatuur

Teststatistikud näitavad...

- et asukoha, mõõteriista ja vaatlustähtaegade muutused
- ei ole mõjutanud Tartu õhutemperatuuri aegrea homogeensust.

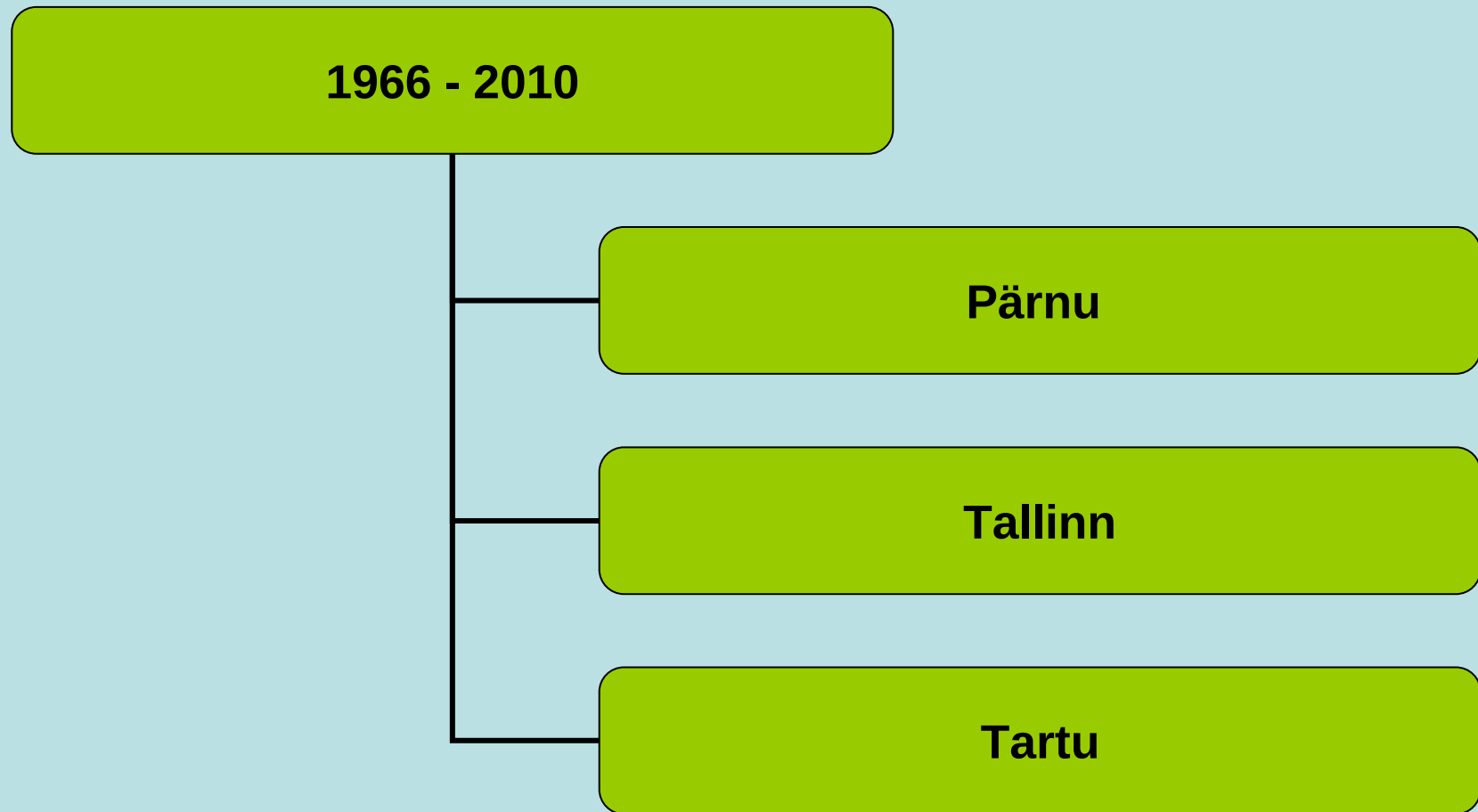
Tulemused: Tartu sademed 1881 - 2009

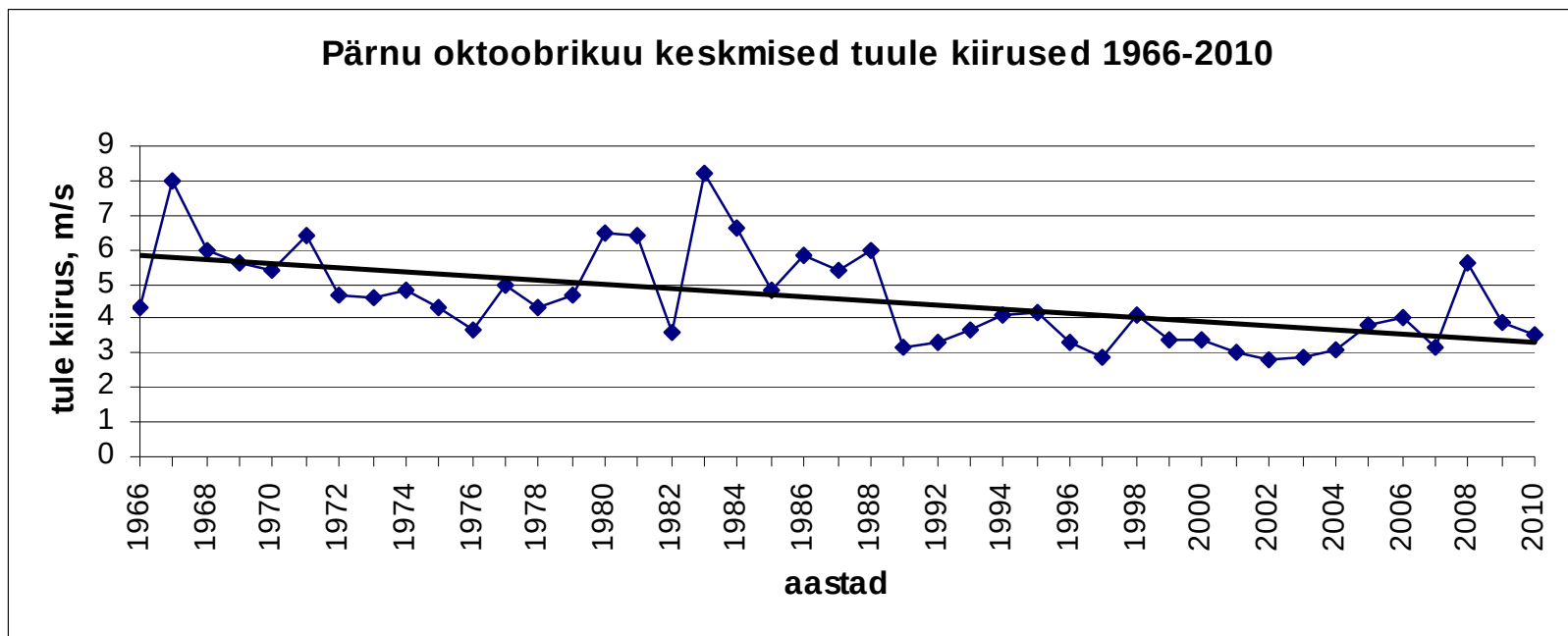
sademete mõõtmise kohad	muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtused	järelkus	
				disp.	keskv.
Tiigi1 / Tiigi 15	01.01.1881 - 31.12.1892 / 01.01.1893 -31.12.1925	765,750 / 853,269	46,159 / 46,453	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
Tiigi 15 / J. Liivi 3	01.01.1893 -31.12.1925 / 01.01.1926 - 31.12.1949	853,269 / 1091,603	46,453 / 50,036	oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
J. Liivi 3 / Ülenurme	01.01.1926 - 31.12.1949 / 01.01.1950 - 31.12.1996	1091,603 / 1010,356	50,036 / 47,926	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
Ülenurme / Tõravere	01.01.1950 - 31.12.1996 / 01.01.1997 - 30.04.2009	1010,356 / 1179,482	47,926 / 57,211	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad

Tulemused: Tartu sademed 1881-2009

muutuse aasta	dispersioonid	keskväärtusd	järeldus	
			disp.	keskv.
01.01.1881 - 31.12.1892 / 01.01.1893 - 31.12.1899; sisaldab ka asukoha muutust	765,750 / 721,743	46,159 / 47,026	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
01.01.1893 - 31.12.1899 / 01.01.1900 - 31.12.1925	721,743 / 891,001	47,026 / 46,298	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
01.01.1900 - 31.12.1925 / 01.01.1926 - 31.12.1949; sisaldab ka asukoha muutust	891,001 / 1091,603	46,298 / 50,036	oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
01.01.1926 - 31.12.1949 / 01.01.1950 - 31.12.1996; sisaldab ka asukoha muutust	1091,603 / 1010,356	50,036 / 47,926	ei ole oluliselt erinevad	ei ole oluliselt erinevad
01.01.1997 - 31.08. 2003 / 01.09.2003 - 01.05.2009	1179,482 / 1892,302	57,211 / 75,125	ei ole oluliselt erinevad	oluliselt erinevad

Tuule kiirustes on kahanev trend





Keevallik, S., Soomere, T., 2004

Kull, A., 2005

Riedel, V., 2005

Keevallik, S., 2003

Russak, V., 1995

Tulemused: tuule trendide usaldatavus

kuu	10 aasta keskmine trendi kalle, m/s			olulisuse tõenäosus (%)
	Pärnu	Tallinn	Tartu	
jaanuar	-0,28	-0,3	-0,17	Pärnus 4,00; Tallinnas 0,00; Tartus 15,00
veebruar	-0,26	-0,32	-0,31	0,00
märts	-0,52	-0,49	-0,40	0,00
aprill	-0,31	-0,42	-0,32	0,00
mai	-0,28	-0,48	-0,24	0,00
juuni	-0,34	-0,39	-0,19	0,00
juuli	-0,51	-0,36	-0,26	0,00
august	-0,47	-0,36	-0,24	0,00
september	-0,58	-0,42	-0,38	0,00
oktoober	-0,59	-0,48	-0,43	0,00
november	-0,06	-0,41	-0,4	0,00
detsember	-0,4	-0,4	-0,35	0,00

Kokkuvõte

- Temperatuuri aegread on homogeenised
- Tuule kiiruste aegridu mõjutavad asukoha muutused kui mõõteriista vahetused
- Sademete hulkade aegridu mõjutavad asukoha muutused kui ka mõõteriista vahetused
- Tuule kiirused on aastate jooksul kahanenud
- Eestis on tulevikus vaja kindlasti kasutusele võtta andmeridade homogeniseerimise meetodid

An aerial photograph of a coastal landscape. In the foreground, there is a rocky shore with patches of green vegetation and a sandy beach. The sea is a deep blue color with small waves breaking near the shore. In the middle ground, there is a small, elongated island with green vegetation and some buildings. Further out in the sea, there is another smaller island. The sky is a pale blue with some light clouds.

Tänan tähelepanu eest!