

TALLINNA TÄHETORN TALLINN OBSERVATORY

V

Number 6

2008



Vaade Tallinna Tähetorni rödult

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOI
FÜÜSIKAINSTITUUT
TALLINNA TÄHETORN

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
INSTITUTE OF PHYSICS
TALLINN OBSERVATORY

**TALLINNA TÄHETORN
TALLINN OBSERVATORY**

V

Number 6

TALLINN 2008

**Koostanud ja toimetanud
T. Aas, V. Harvig**

(c) Tallinna Tähetorn

**Tehniliste aruannete ja eelartiklite kogumik
Collections of technical reports and preliminary articles**

ISSN 1406–8559

Educational space physics and astronomical experiments at Tallinn Observatory

T. Aas¹, V. Harvig^{1,2}, V. Sinihee¹

¹ Tallinna University of Technology, Institute of Physics, Ehitajate tee 5, 19086, Tallinn, Estonia

² Tartu Observatory, Estonia

Experimental Multiple CCD photometric system

Variable stars photometry is practiced in Tallinn Observatory since the end of 1966, when a photometer built in Tartu Observatory (Maasik, 1970) was introduced and thereafter self-made equipment based on the similar electronic scheme (Havrig, 1987a,b, Kalv et al., 2003). The first CCD camera was obtained in the beginning of 1999.

Since the field of view of budget CCD cameras is small (for AZT-14 telescope / SBIG ST-7 camera in Tallinn Observatory it is about 2'), it is possible to observe simultaneously only visual binaries. However, the principle observational program of the Observatory are observations of long-period and none-stationary stars. From the list of the stars in our principle program none has a near-by comparison star. However, if one redirect the telescope from one star to another, as it is done with classical photoelectric photometers, the advantages of CCD cameras are lost (except for the higher sensitivity). The same problem is general. To resolve it, two methods are in use. The first is to built bigger CCDs, but their price is very high. The second is to make a mosaic of CCDs (Boroson et al., 1994), but their price is also very high, and this solution is not ideal.

In our approach, the photographing of the same region of the sky may be made by two cameras, one of which has bigger and another one has smaller field of view. An aerophotocamera NAFA with the focal length of 50 cm and the field of view of nearly 30' is attached to the main telescope; it has enough comparison stars of appropriate color and luminosity in its field of view. The disadvantage is that the diameter of its lens is only 10 cm, but it is not very important since a wide field of view makes it possible to use a large number of (relatively luminous) comparison stars. Since we had only one professional camera for astronomical observations available, a self-made camera (T. Aas et al., 2004) was attached to the main telescope; its characteristics are moderate, since Sony ICX027BL CCD is used. Of course, both cameras should be as much similar as possible. The first experiments demonstrate that the system works properly.

Simultaneous observations of the star and the comparison star with different telescopes is not any news. It was tried in Tartu Observatory with the twin-telescope (Veismann, 1967, 1971a,b, Luud et al., 1973), but in that case the hindrance were quick atmospheric fluctuations due to the long base and errors caused by drifts in the channels. In the Vilnius University observatory based on Maidanak there was nearly the same system as we are planning. There was a MTO 1000 photolens attached to the principle telescope, both provided with identical photometers. However, such systems were in use during the era of the classical photoelectric photometry. In our approach at least one object is the same in the field of view of both cameras. It is also possible to observe with different combinations of filters and to realize higher quality narrow-band observations.

We are also planning to establish a "Polaris telescope" that would be able to follow continuously the Polaris (αUMi) (also during the daytime), and with help of which, in

addition to the Polaris photometry, it would be possible to measure better the atmospheric absorption and to study the sky background dependence on other atmospheric parameters. The efficiency (precision) of the "Polaris telescope" would be higher (especially before the additional cooled CCD camera acquisition), if it becomes possible to create nearly "absolute" light etalon, that is a problem by itself, since its stability should be at least of $0.^m01$ between calibrations. At the same time it would enable us to study stability of the CCD camera. To follow high-frequency variability of sensitivity it would be possible to use the method described by (Manfroid, 1995, 1996, Tuvikene and Kolka, 2003), but it would need additional time.

Also for educational purposes our climate conditions are not very good, and the number of astronomical nights suitable (also partially) for photometric observations is very small. According to nearly 40-years statistics, the best season was winter 1988–89 when we obtained satisfactory results during 79 nights. Usually the number of astronomical nights is between 30 and 60 per year, and it is the same for the whole region. We try to increase the observational time using bright nights and, in some sense, organizing observations during the daytime. Traditionally we have selected stars with the stellar magnitude smaller than 10, since in city conditions weaker objects are not easy to follow; and brighter objects can be observed with satisfactory precision even with smaller lens.

A device for remote control of an experiment via e-mail (Sinivee 2007) will be used to control the system.

Since Tallinn Observatory is mainly educational, we also have various corresponding activities, among which are for instance observations of meteors, noctilucent clouds and auroras. So we are also planning, in addition to the "Polaris telescope", to observe the celestial North Pole surroundings with the field of view of 60° (so that the Sun would be out the field of view).

Radioastronomical educational experiments

Device, similar to satellite TV antenna, gives satisfactory results for observation of strong radio sources.

Passive radar observations of meteors

As we have not possibility to do radar observations the the passive-radar observations gives rather good results.

Magnetometer experiments

As on can see from figure the self-made device gives rather similar results as high-level instrument.

Monitoring of VLF signals of submarine communication stations

The variations of the signals is complicated, but rather interesting. It is well known that solar flares, in particular their X-ray spectrum, with wavelengths typically of tenths of nm, penetrate the ionosphere D-region, modifying the electron density to extents large enough to severely change the propagation conditions in the Earth-ionosphere waveguide (Mitra, 1974). Disturbances of the received VLF (very-low frequency) signals, both in phase and amplitude, have for some time been intensively used for the investigation of the influence of solar flares on the ionospheric D-region. For last years VLF amplitude

enhancements of the NAA/24.0 kHz signal (Maine, USA), registered by the Belgrade AbsPAL facility during solar flares, have been related to solar X-ray fluxes measured by the GOES-12 satellite (Zigman et al. 2007).

Direct obtaining of satellite images

In general, it is interesting to get the images directly from satellite, especially for students.

Monitoring of gamma-ray background

A portable autonomous γ spectrometer–data logger is designed at our institute (Sinivee 2007a). The device records all measured γ events separately and binds data to geographic coordinates using a GPS–engine. Data is stored on standard memory card with FAT file system. Device offers data protection by encrypting files. A standard I-button works as a key. One of mentioned devices is installed at Tallinn Observatory to monitor background radiation.

Acknowledgements

Financial support of BF 44 foundation is acknowledged.

ÕppEEKSperimente Tallinna Tähetornis

Eksperimentaalne mitmik-CCD fotomeetriline süsteem

Tallinna Tähetornis on tegeletud muutlike tähtede fotomeetriaga alates 1966. aasta lõpust, mil võeti kasutusele Tartu Observatooriumis valmistatud (Maasik 1970) fotomeeter ja seejärel elektroonilise skeemi poolest sarnaste omatehtud (Harvig 1987a,b, Kalv j.t. 2003) seadmetega. Esimene CCD kaamera saadi Tallinna Tähetorni 1999. aasta alul.

Kuna mõõduka hinnaga CCD kaameratega saadav vaateväli on väike (Tallinna Tähetorni AZT-14 teleskoobi puhul on SBIG-i ST-7 kaamera kasutamise korral vaateväli umbes kaks kaareminutit) on võimalik samaaegselt mõõta ainult visuaalseid kaksiktähti. Põhiliseks vaatlusprogrammis on aga olnud pikaperioodiliste ja ebastatsionaarsete tähtede vaatlemine. Meie põhiprogrammi kuuluvatest tähtedest aga ühelgi ei ole võrdlustäht piisavalt lächedal. Kui aga suunata teleskoopi tähelt-tähele, nagu seda klassikalise fotoelektrilise fotomeetri kasutamise korral tehakse, kaovad ka CCD kaamera eelised (peale kõrgema tundlikkuse). Sama probleem on üldlevinud. Selle ületamiseks on levinud kaks moodust. Esiteks püütakse valmistada võimalikult suuri CCD-sid, mille hind on väga kõrge. Teine moodus on valmistada CCD-mosaiike (Boroson jt. 1994), mille hind osutub ka kokkuvõttes väga kõrgeks ja pealegi ei ole tegemist ideaalse lahindusega.

Mitmik-CCD süsteemi korral toimub sama taevala samaaegne salvestamine kahe kaameraga, millest üks on suure, teine aga väikese vaateväljaga. Tallinna Tähetornis on põhiteleskoobi külge kinnitatud aerofotokaamera NAFA, mille fookuskaugus on 50 cm ja vastav vaateväli ligi pool kraadi (sarnase CCD korral). Sellisel juhul leidub enamasti piisavalt sobiva värvि- ja heledusega võrdlustähti. Puuduseks on küll see, et lisakaamera objektiiv on kõigest 10 cm läbimõõduga, kuid suur vaateväli võimaldab kasutada suurt arvu (suhteliselt heledaid) võrdlustähti ja seega ei ole see eriti oluline. Esimeste katsetuste käigus oli meie käsutuses ainult üks astronoomilisteks vaatlusteks ettenähtud kaamera, siis põhiteleskoobi fookusesse kinnitati (T. Aas j.t. 2004) omatehtud kaamera, mille oma-dused olid tagasihoidlikumad, kuna seal on kasutatud Sony ICX027BL CCD. (Loomulikult peaks kaamerad olema võimalikult identsed). Nendest katsetustest jäääb mulje, et selline süsteem toimib ootuspäraselt. Aastal 2006 õnnestus baasfinantseerimise projekti abil saada olulist täiendust mitmik-CCD fotomeetrilise süsteemi väljaarendamiseks.

Samaaegne tähe ja võrdlustähe vaatlemine kahe eri teleskoobiga ei ole mingi uudis. Nii püüti teha ka Tartu Observatooriumi kaksikteleskoobiga (Veismann 1967, 1971a,b, Luud jt. 1973), kuid tollal osutusid takistuseks teleskoopide kaugusest tingitud kiireloomalistest neeldumise fluktuatsioonidest ja kanalite erinevatest triividest tingitud mõõtmissead. Maidanakis asuvas Vilniuse Ülikoolile kuulunud observatooriumis oli peaaegu samasugune lahendus, kui meie uus fotomeetriline süsteem. Seal oli põhiteleskoobi külge monteeritud MTO 1000 fotoobjektiiv ja mõlemad varustatud identsete fotomeetritega. Nimetatud süsteemid olid aga kasutusel klassikalise fotoelektrilise fotomeetria ajastul. Meie variandi korral aga vähemalt üks objekt on mõlema kaamera vaateväljas ühine. Peale selle on võimalik teostada vaatlusi ka erinevaid filtreid kombineerides ja teostada täpsemaid kitsaribalisi vaatlusi.

Lisaks eelkirjeldatule on rajamisel „põhjanaela teleskoop“, mis peaks jälgima pidevalt (ka päeval) Põhjanaela ja lisaks selle fotomeetriale andma võimaluse täpsemalt arvestada atmosfääris neeldumist ja uurida ka taeva fooni sõltuvust muudest atmosfääri kirjeldavatest parameetritest. „Põhjanaela teleskoobi“ efektiivsus (täpsus) oleks kõrgem (eriti jahutatava CCD-kaamera kasutamisel), kui õnnestuks valmistada peaaegu „absoluutne“ valgusetalon, mille konstruktsioon on omaette probleemiks, kuna selle stabiilsus peaks olema vähemalt 0,01 tähesuurust kalibreerimiste vahelise ajavahemiku jooksul. Samuti

võimaldaks see uurida CCD-kaamera stabiilsust. Kõrgsageduslike tundlikkuse muutuste jälgimiseks saaks kasutada ka (Manfroid, 1995, 1996, Tuvikene ja Kolka, 2003) kirjeldatud metoodikat, kuid see tooks kaasa täiendava ajakulu.

Isegi õppetstarbeliseks tegevuseks on meil ebasoodne astrokliima ja fotomeetrilisteks vaatlusteks (ka osaliselt) kõlblike ööde arv erakordsest väike. Umbes neljakümne aasta statistika kohaselt on parim tulemus aastast 1988-89, kui oli 79 ööd, mil saadi rahuldava täpsusega vaatlustulemusi, kuid tavaliselt kõigub see 30–60 kandis, mis on peaaegu sama kogu regioonis. Vähest vaatlusteks kõbulikku aega saab suurendada ka valgetel öödel ja teatud mõttes ka vaatluste organiseerimisega päeval. Traditsiooniliselt on valitud uuritavateks tähti, mis ei oleks nõrgemad kui kümnnes tähesuurus, kuna nõrgemad ei ole linna kuma tõttu ka kuupaisteta öödel giidist hästi jälgitavad. Sedavõrd heledad objektid on aga ka väikese läbimõõduga objekti vi korral fotomeetriliselt küllalt täpselt mõõdetavad.

Kuna Tallinna Tähetorn on põhiliselt õppetstarbeline on ka õppe- ja uurimissuundi lisaks meile traditsioonilisele mitmeid. Sealhulgas ka meteooride, helkivate ööpilvede ja virmaliste vaatlused. Sellega seoses on plaanis lisaks „Põhjanaela teleskoobile“ jälgida pooluse ümbrust umbes 60 kraadise vaateväljaga (et Päike ei satuks kunagi vaatevälja) digitaalkaameraga.

Radioastronomia

Põhimõtteliselt TV satelliidivastuvõtjaga sarnase seadmega saab rahulda valt vaadelda intensiivseid raadiokiirguse allikaid.

Meteooride raadiovaatlused

Kuna meil ei ole võimalust teostata meteooride radarivaatlusi, saame teha vaid „passiivse radari“ meetodil vaatlusi, mis annavad kvalitatiivselt häid tulemusi.

Magnetomeetria

Nagu veendusime, saab ka omatehtud magnetomeetriga tulemusi, mis on sarnased geofüüsika observatooriumides mõõdetutele.

Madalsageduslike raadiosidejaamade signaalitugevuse ja faasi jälgimine

Kuna madalsagedusliku raadiosignaali levik sõltub kõrgatmosfääri seisundist, siis see pakub huvi ka atmosfääri uurimise seisukohast.

Pilvkatte kujutiste vastuvõtmine ilmastikusatelliitidelt reaalajas

Pilvkatte kujutiste saamine otse satelliitidelt on operatiivne ja ka õppekatsetena huvitav.

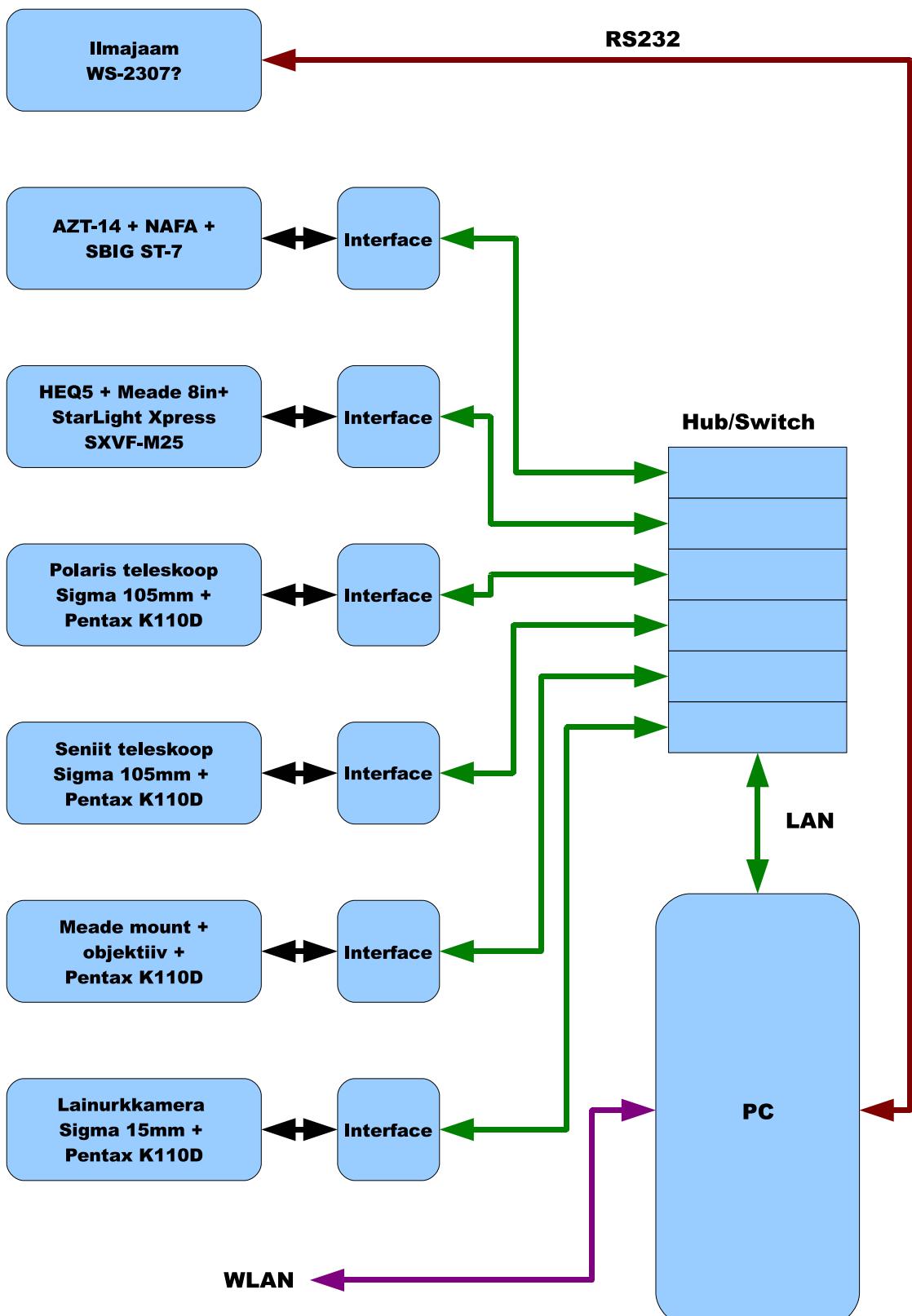
Gammakiirguse fooni jälgimine

Käesoleval ajal leiab üha laiemat rakendamist energia tootmises tuumatehnoloogia. Meditsiinis, toiduainetetööstuses, materjalitööstuses, teadusuuringutes jm. suureneb radioaktiivsete ainete kasutamine. Oluliselt on suurenenud nende inimeste arv kes teadlikult või juhuslikult puutuvad kokku radioaktiivse kiirgusega. Võib oletada, et energia tarbimise kasvu jätkudes muutub tuumaenergia üha tähtsamaks, kuna planeedi fossiilsete kütustele

varu on lõplik suurus ja teda juurde ei tule. Tuumaenergia rakendamise üheks negatiivseks küljeks on radioaktiivse saastatuse oht. Loomulikult areneb tehnoloogia ka selles vallas edasi ja praegused tuumajaamat on tunduvalt turvalisemad kui esialgsed. Sellele vaatamata jäääb tõsine oht püsima - ei kao ju vanemat tüüpi ebatöökindlad reaktorid kuugi. Piisab, kui meenutada aastatetast Tsernoböli tuumajaama avariid. Ka tehniliselt ja majanduslikult arenenud maad (näiteks Jaapan) ei ole õnnetuste eest kaitstud (joonis 29, 30).

Energeetikakomplekside avariid on tõsised sündmused ja üldjuhul teavitatakse neist üldsust, et saaks kasutusele võtta kaitsemeetmeid. Õnneks juhtub sarnaseid sündmu si harva. Kuid omaette probleemi tekitavad radioaktiivsed jäätmed, mis on sattunud loodusesse kas siis lohakuse või hoolimatuse tõttu. Ajakirjandusest on läbi vilksatanud teated juhtumitest kus lapsed (või ka täiskasvanud) korjavad üles eluohlikult kiirgava eseme. Kiirgust saab kindlaks teha paraku vaid eriseadmetega. Mõnikord on siis juba hilja. Päästeteenistuse ja armee käsutuses on mitmeid radioaktiivse kiirguse eest hoiatavaid seadmeid samuti on ka Keskonnaministeriumile alluval Kiirguskeskuskel. Enamus neist annab siiski vaid infot selle kohta kas on tegemist kiirgusallikaga või mitte, kas saadud kiirgusdoos jäääb lubatu piiresse või ületab seda. Tõhusamaks kaitseks ohtlike ainete eest oleks vaja konkreetset teada, millega on tegemist. Näiteks ^{137}Cs lubatav doos 1 liitris joogivees on 1 kBq, samas aga ^{239}Pu doos vaid 1Bq. Teisel juhul on tegemist järelikult tuhat korda ohtlikuma ainega. Sellist vahet teha aga tavalised doosimõõtjad ei võimalda. Täpsemat infot keskkonna kiirgusliku seisundi kohta annab energiaspektri mõõtmine (joonis 31). Selleks kasutatakse ioniseeriva kiirguse spektromeetreid.

TTÜ Füüsikainstituudis on välja töötatud kaks protatiivset seadet gammakiirguse spektri mõõtmiseks (joonis 32, 33). Üks selline seade installeeriti TTÜ tähetorni keskkonna seisundit statsionaarselt jälgima. Kuigi keskkonna kiirgusfoon on üldiselt stabilne, esineb siiski kõikumisi, nt kosmilise kiirguse arvelt. Statsionaarse pidevalt fooni monitooriva seadmega saab kiirelt leida ka võimalike tuumajaamade avariide tõttu atmosfääri paiskunud kiirgust ja reageerida sellele kiiresti. Plaanime teha mõõtetulemused interneti vahendusel kättesaadavaks kõigile huvilistele



Joonis 1: Eksperimentaalse mitmik – CCD fotomeetrilise süsteemi blokskeem

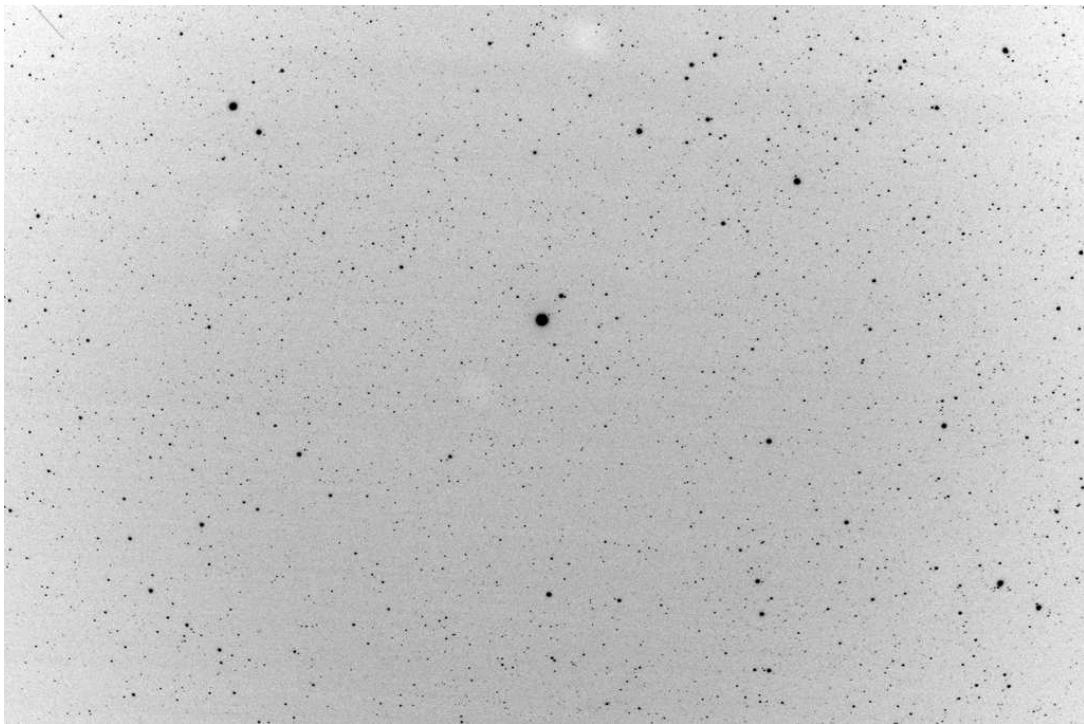


Photo 2: Põhjanaela (Polaris, α UMi) ümbruse proovivaatlus 18.10.2006, 16 kaadri keskmine, pildistatud Pentax istDS kaameraga, objektiiv Tamron AF70–300mm f/4-5.6 LD Makro 1:2, f=100mm, säriaeg 10s

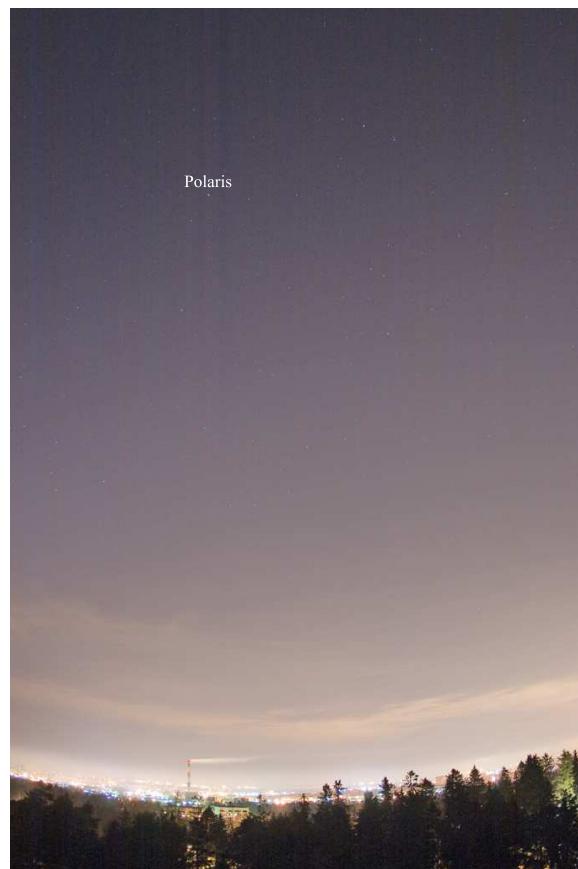


Photo 3: Õine Tallinn vaadatuna Tallinna Tähetorni rödult, pildistatud Pentax K110D kaameraga, objektiiv Sigma f/2.8, f=15mm, säriaeg ?s

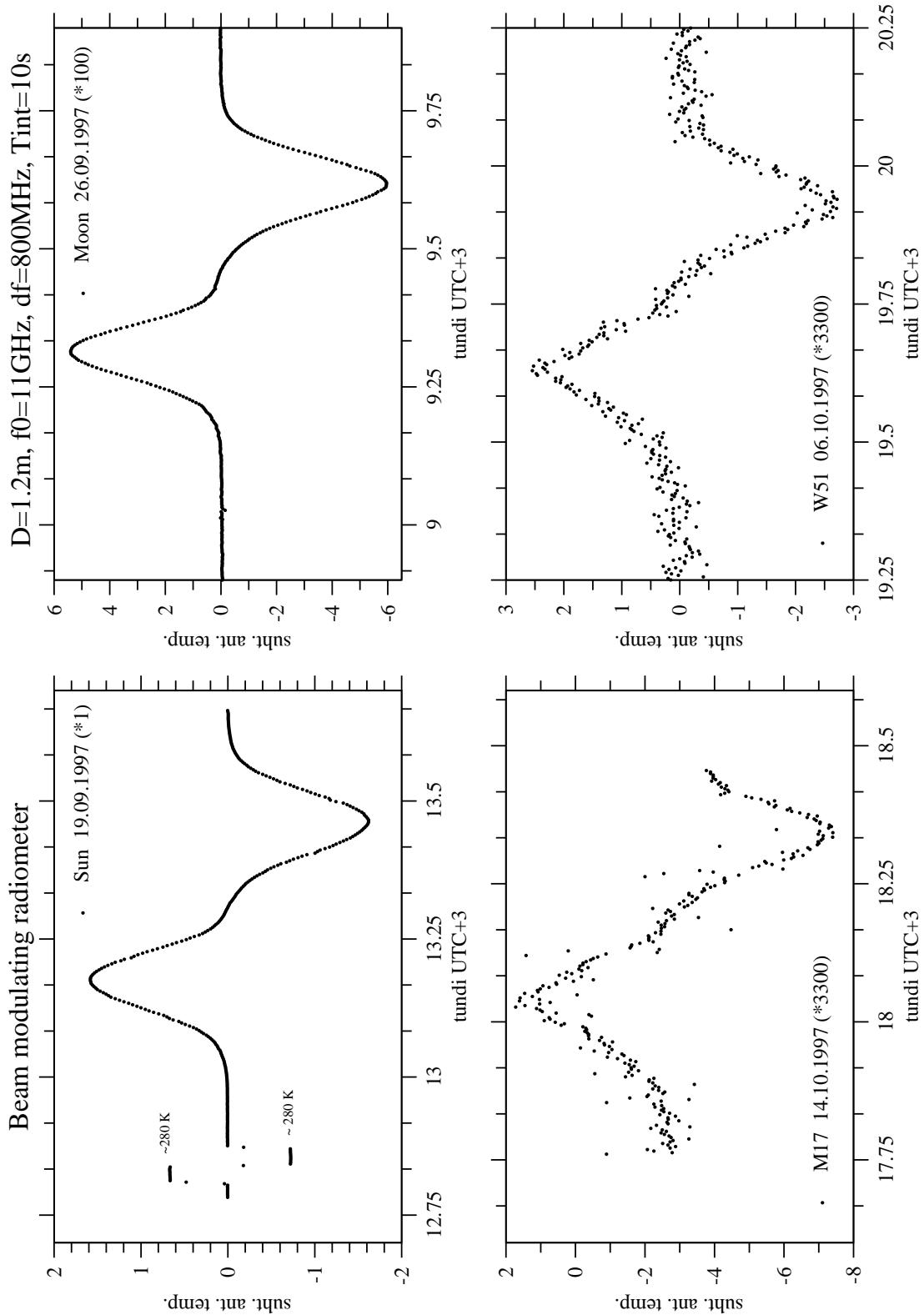


Figure 4: Erinevate raadiokiirguse allikate (Päike, Kuu, M17, W51) kiirguse salvestused.



Photo 5: Raadioteleskoobi antenn.



Photo 6: Kaks *feedhorn*'i, ferriitümberlüliti ja LNA lähedalt vaadatuna.

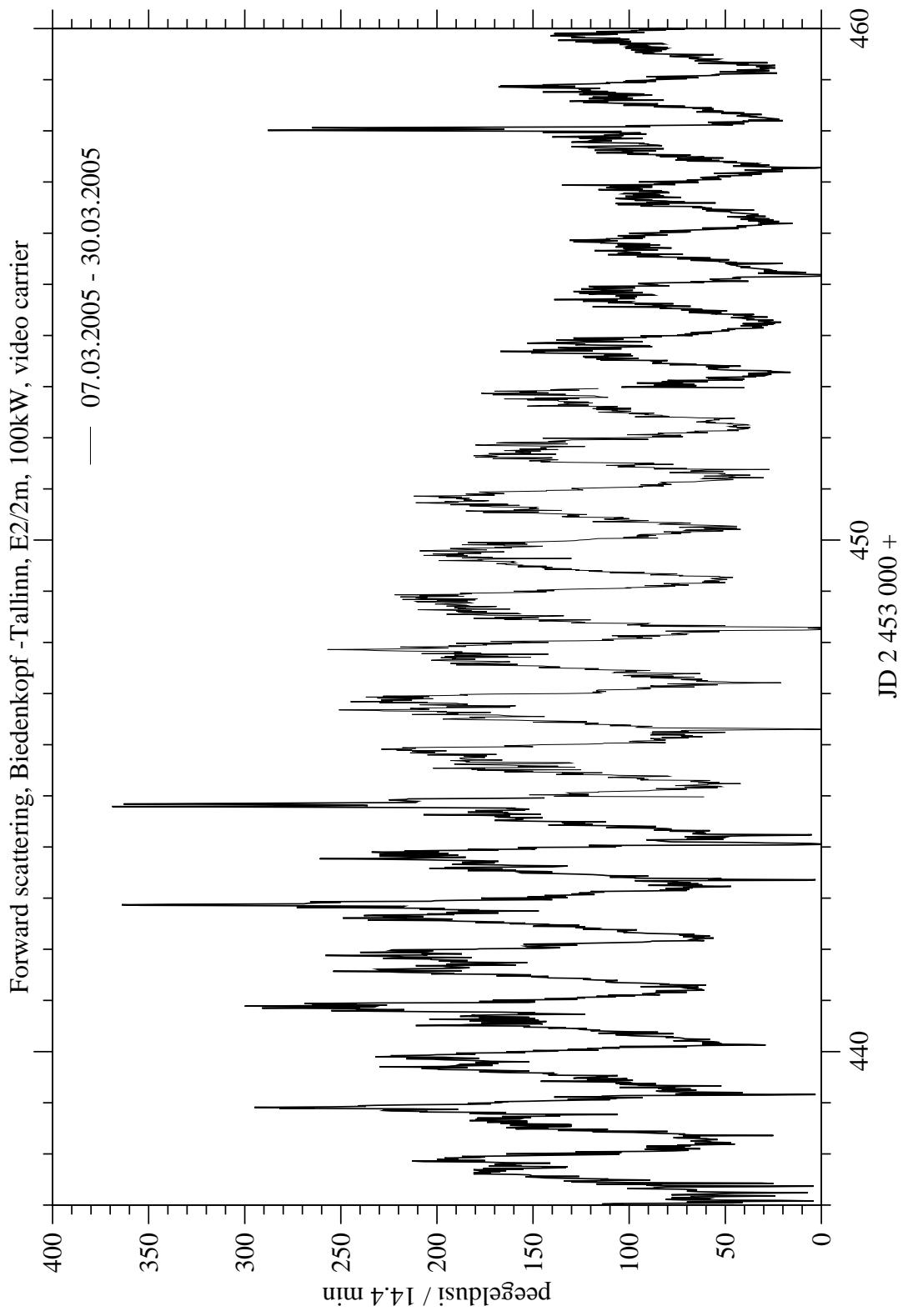


Figure 7: Saksamaal, Biedenkopf'is asuva televisioonisaatja (E2/2m 48.25 MHz, ERP=100kW, kaugus umbes 2000km) kujutise kandevsageduse peegelduste arvu intensiivsus (peegelduste arv ajaühikus) meteooride ionisatsioonijälgededelt. Selgelt on näha sporaadiliste meteooride peegelduste arvu ööpäevane periood ja erinev jaotus piki Maa orbiiti.

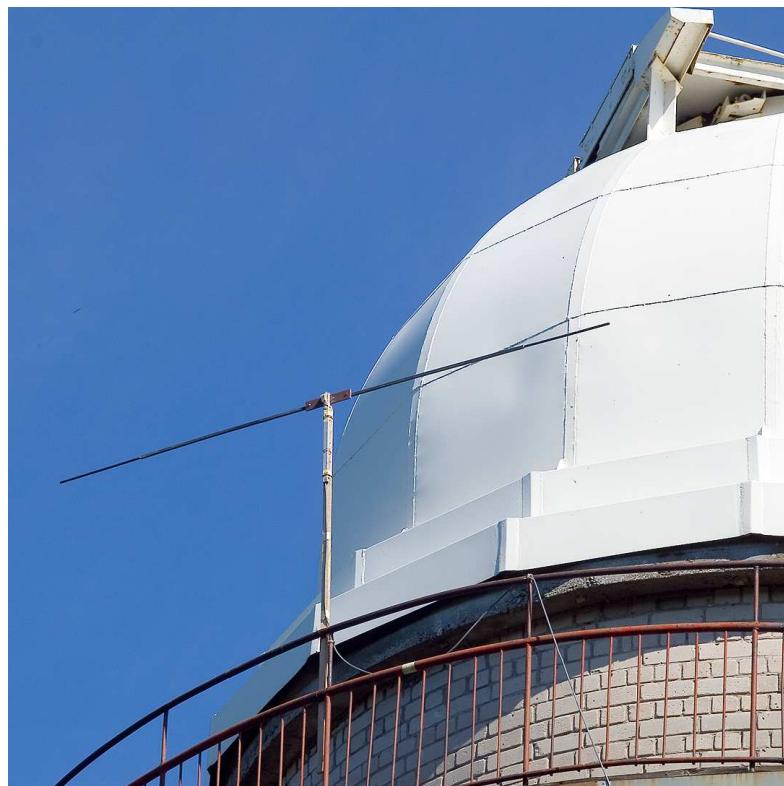


Photo 8: 48.25 MHz dipoolantenn.



Photo 9: 48.25 MHz vastuvõtja.

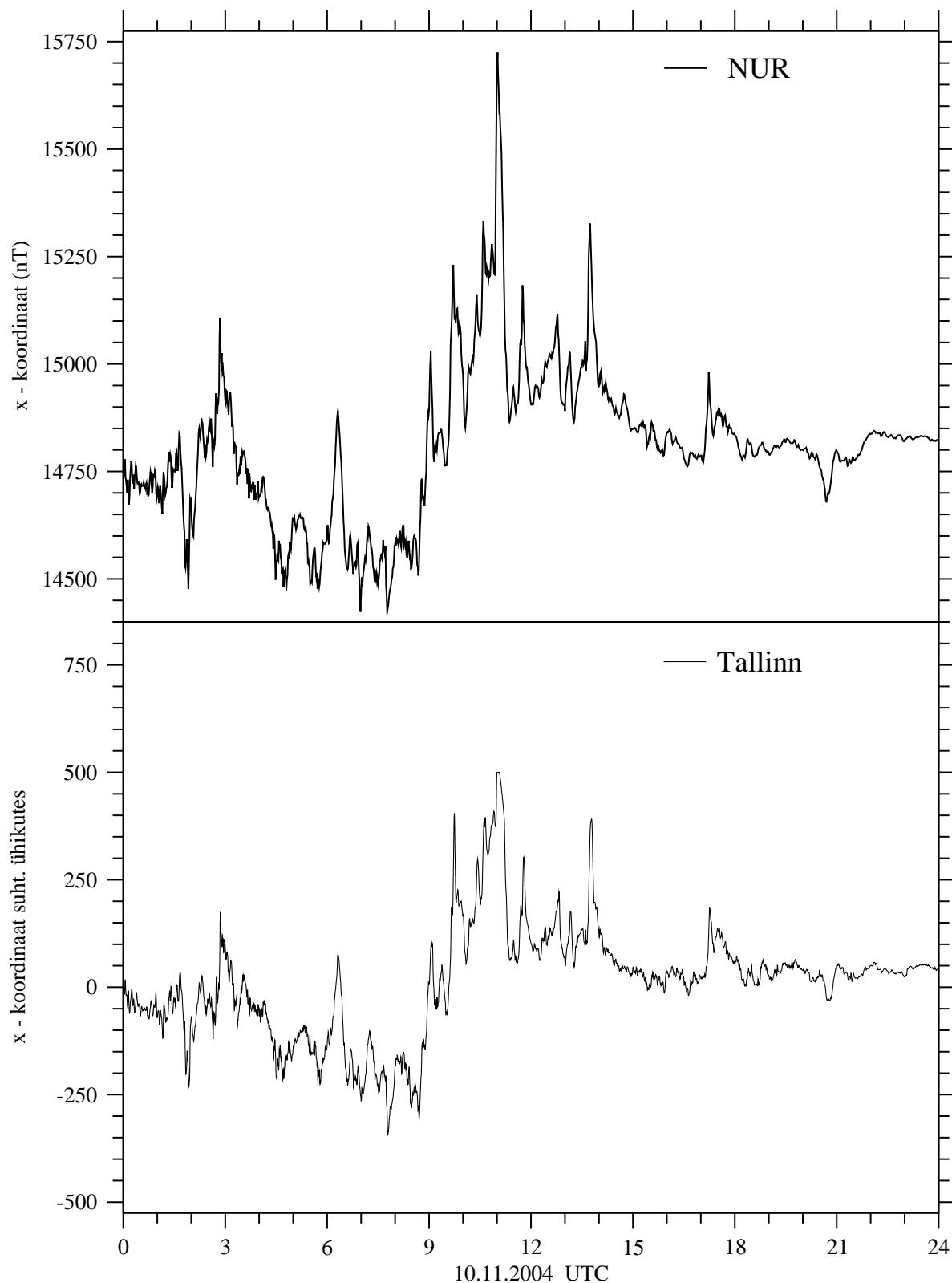


Figure 10: Nurmijärvi ja Tallinna maamagnetvälja X- koordinaadi tugevuse muutuse võrdlus.

VLF Submarine Communication Stations and Time Signal Transmitters

Call sign	Notes	Freq. kHz	Location	Power kW	Latitude	Longitude
JXN	(1)	16.40	Aldra Island, Norway		N66°25'	E013°01'
VTX		17.00	Vijaya Narayananam, India		N08°23'	E077°45'
NTS		18.60	Woodside, Victoria, Australia		S38°29'	E146°56'
GBZ		19.60	Skelton, UK	500	N54°44'	W002°53'
NWC		19.80	Harold E. Holt, North West Cape, Exmouth, Australia	1000	S21°49'	E114°10'
ICV	(2)	20.27	Isola di Tavolara, Italy	43	N40°55'	E009°44'
FTA		20.90	Sainte-Assise, France		N48°33'	E002°35'
NPM		21.40	Pearl Harbour, Lualuahei, Havai	566	N21°25'	W158°09'
HWU	(2)	18.30	Rosnay, France	500	N46°43'	E001°15'
		21.75				
		22.60				
GQD		22.10	Anthorn, UK		N54°55'	W003°17'
NDT		22.20	Ebino, Japan		N32°05'	E130°50'
DHO38	(3)	23.40	Rhauderfehn, Germany	500	N53°05'	E007°37'
NAA		24.00	Cutler, Maine USA	1000	N44°39'	W067°17'
NLK		24.80	Oso Wash, Jim Creek, Washington, USA	250	N48°12'	W121°55'
NML	(4)	25.20	La Moure, North Dakota, USA	500	N46°22'	W098°20'
TBB	(5)	26.70	Bafa, Turkey		N37°28'	E027°30'
NRK/TFK		37.50	Grindavik, Iceland		N63°51'	W022°28'
JY-40	(6)	40.00	Ohtakadoya-yama, Japan		N37°22'	E140°51'
NAU		40.80	Aguada, Puerto Rico		N18°24'	W067°11'
NSY		45.90	Niscemi, Italy		N37°08'	E014°26'
MSF	(6)	60.00	Anthorn, UK	17	N54°55'	W003°17'
WWWB	(6)	60.00	Fort Collins, Colorado, USA		N40°41'	W105°03'
JY-60	(6)	60.00	Hagane-yama, Japan		N33°28'	E130°11'
FUG		62.60	La Régine, France		N43°23'	E002°06'
FUE		65.80	Kerlouan, France		N48°38'	W004°21'
HBG	(6)	75.00	Prangins, Switzerland	20	N46°24'	E006°15'
DCF77	(6)	77.50	Mainflingen, Germany	50	N50°01'	E009°01'
TDF	(7)	162.00	Allouis, France	2000	N47°10'	E002°12'

(1): Transmits only 6 times a day: 00:00-00:55, 04:00-04:55, 8:00-08:55, 12:00-12:55, 16:00-16:55, 20:00-20:55 UTC.

(2): Transmissions of FTA and HWU are mutually exclusive. HWU alternates between 18.3kHz, 21.75kHz and 22.6kHz.

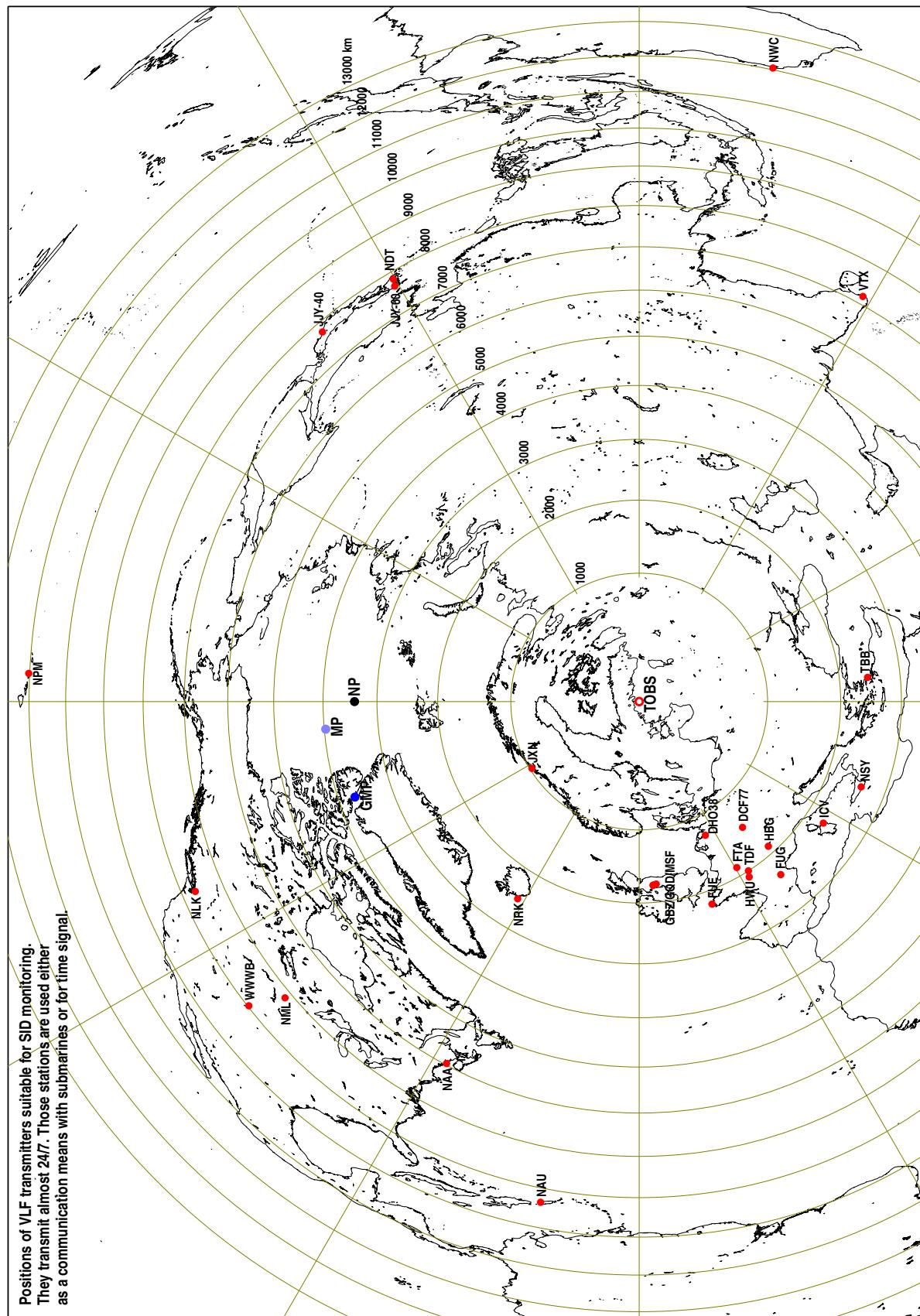
(3): Off-air daily from 7:00 to 8:00 UTC.

(4): Off-air on Tuesdays from 12:00 to 19:00 UTC.

(5): Approximate location.

(6): Time Signal Transmitter.

(7): TDF is an amplitude modulated LW broadcasting station. Time signals are transmitted by phase modulation of the carrier.



The Map of the Submarine Communication Stations and Time Signal Transmitters

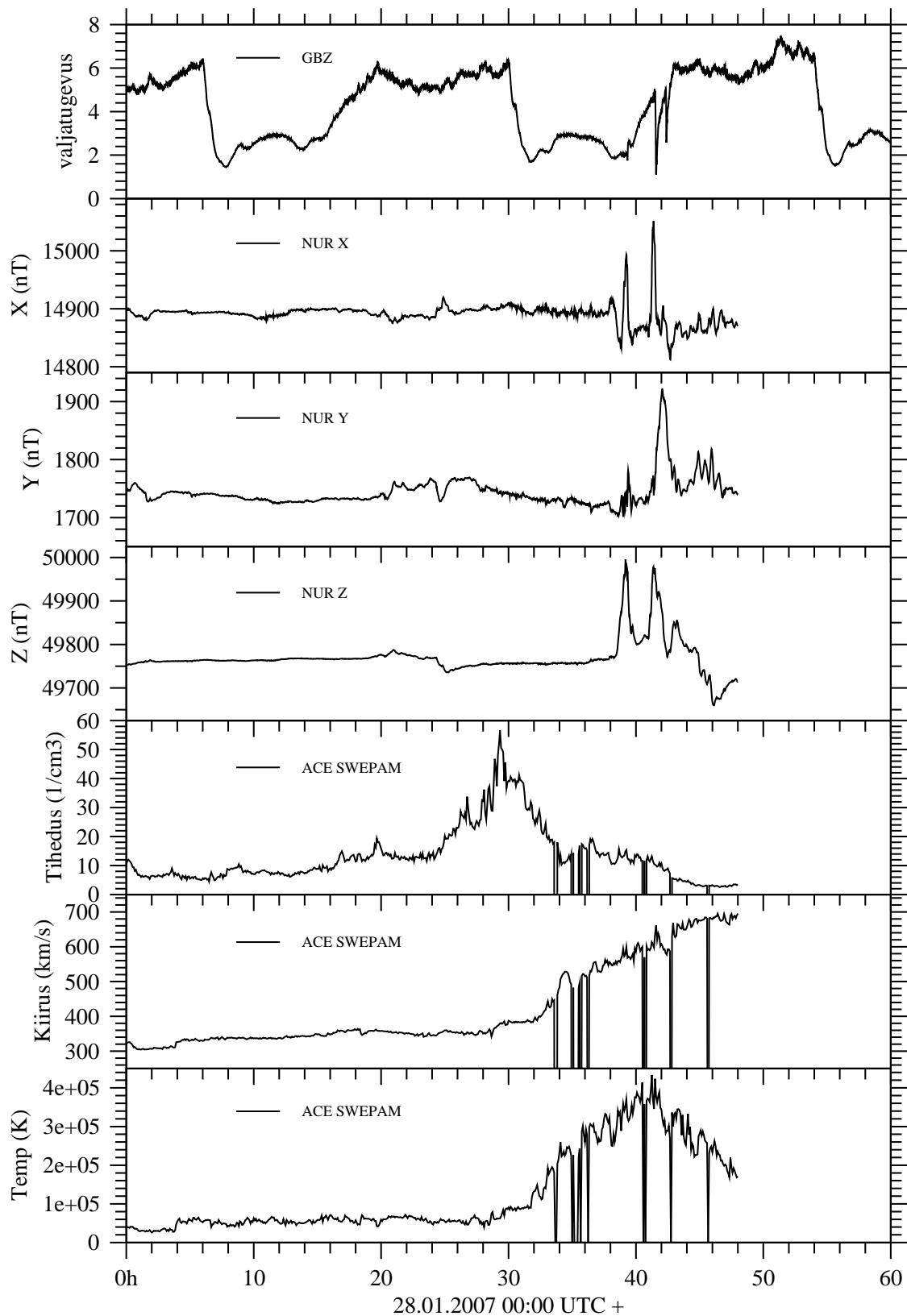


Figure 11: GBZ (UK, Anthorn, 19.6kHz, 500kW, 52:71N, -3:07W) VLF signaali väljatugevuse ajaline käik ja võrdlus Nurmijärvi magnetvälja muutusega ning ACE satelliidi prootonite voo tiheduse, kiiruse ja temperatuuriga.



Photo 12: VLF elektrivälja antenn koos eelvõimendiga.



Photo 13: VLF magnetvälja antenn (raamantenn).

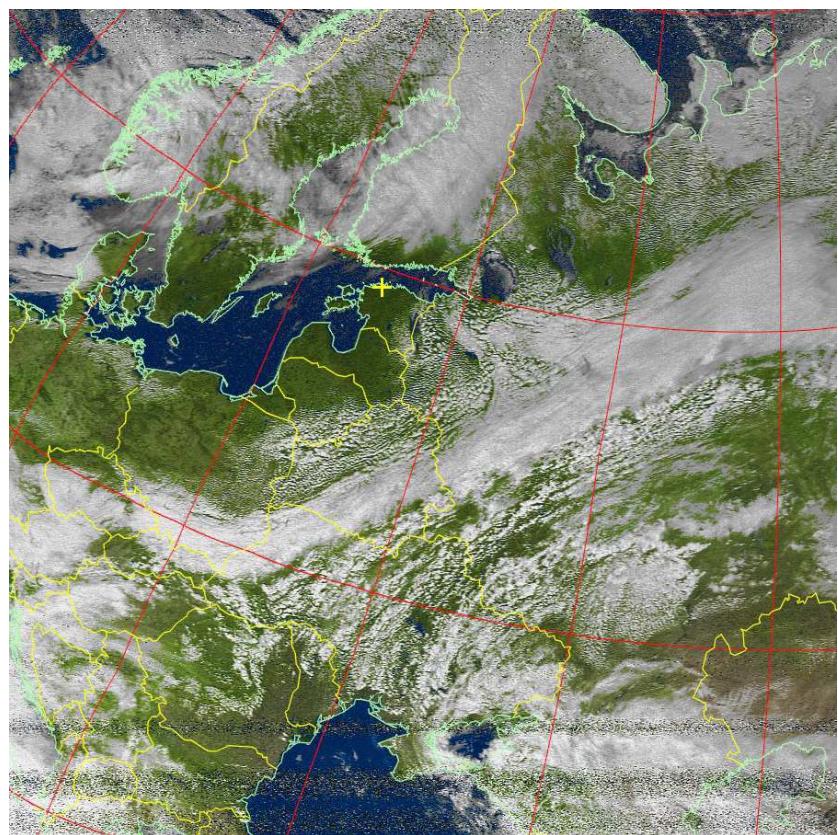


Photo 14: NOAA-18 MSA(Multispectral analysis) 04.04.2007 10:42 UTC

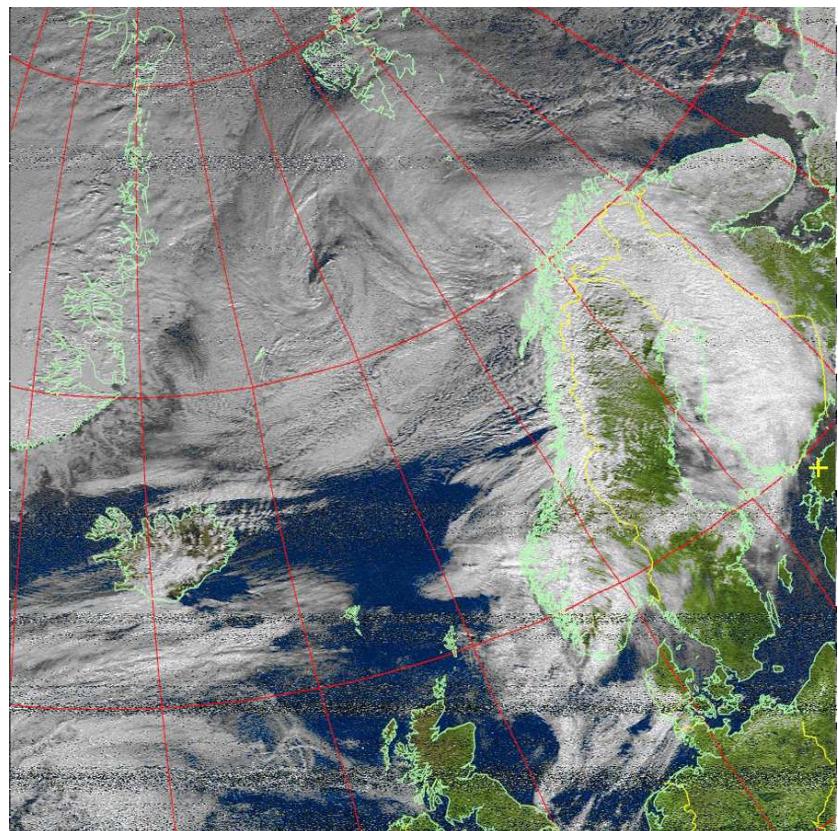


Photo 15: NOAA-17 MSA 04.04.2007 11:20 UTC

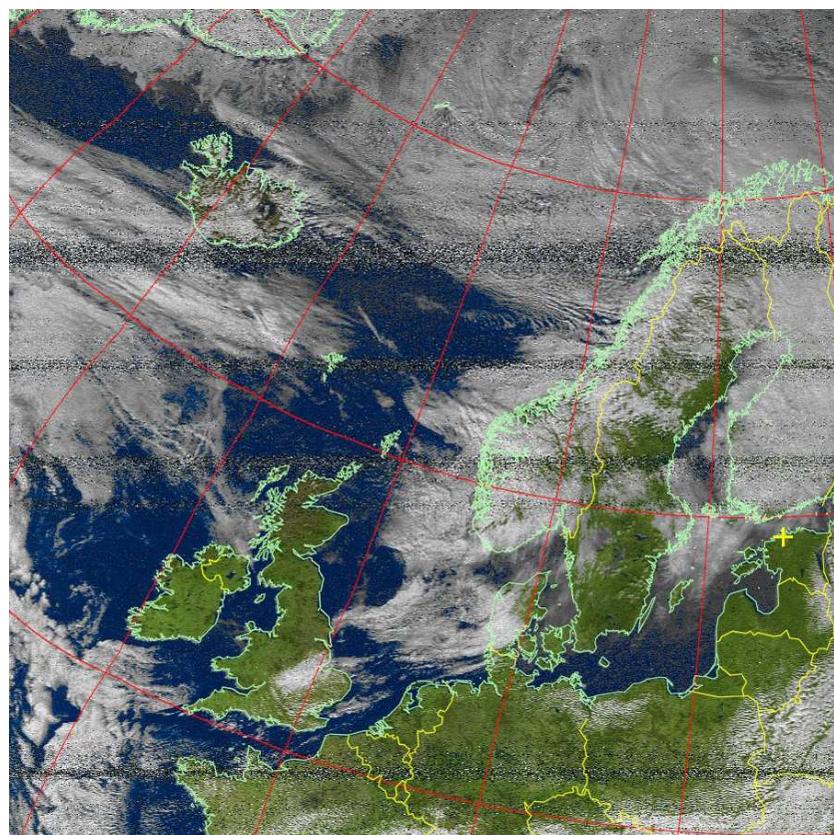


Photo 16: NOAA-18 MSA 04.04.2007 12:23 UTC



Photo 17: Meteoroloogiliste satelliitide (NOAA polar orbiting satellites, APT) „DNA” tüüpi vastuvõtuantenn.

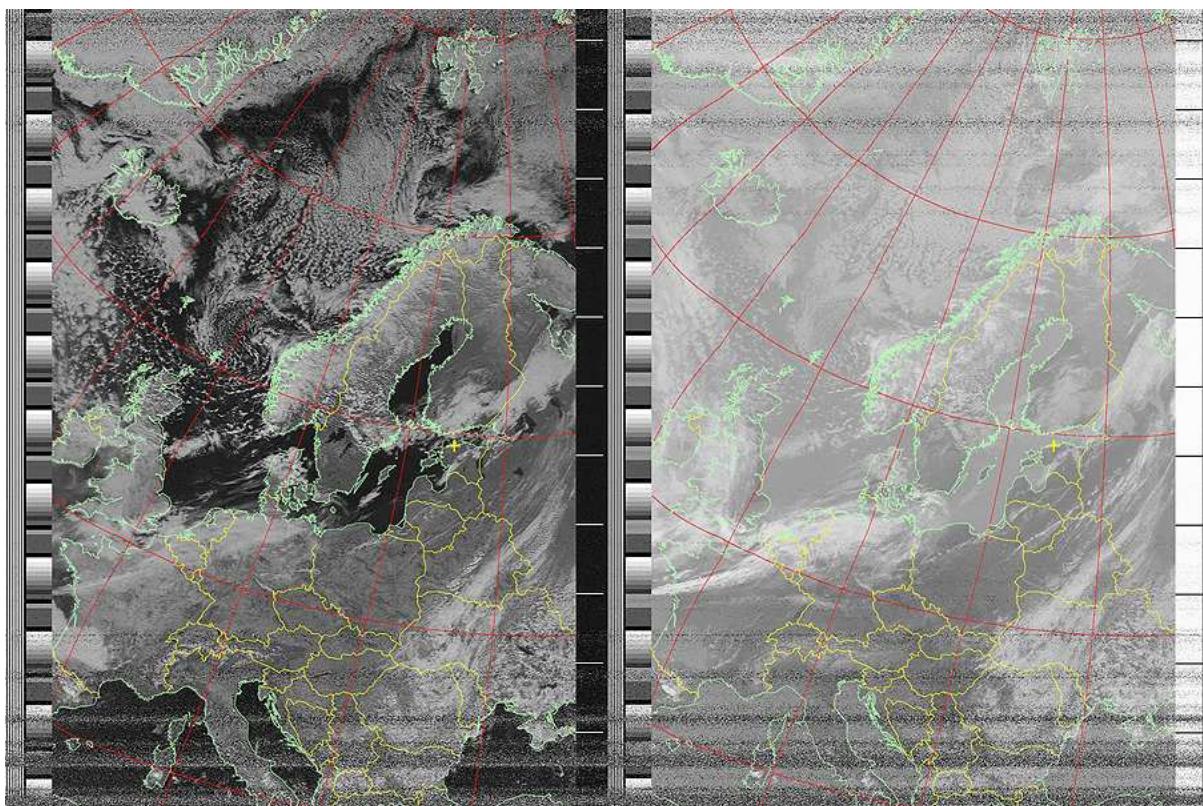


Photo 18: NOAA-18 normaalpilt (vasakul AVHRR/3 kanal 2 (lainepikkus 0.725–1.0 μ m), paremal kanal 4 (lainepikkus 10.3–11.3 μ m)) 17.04.2007 11:47 UTC

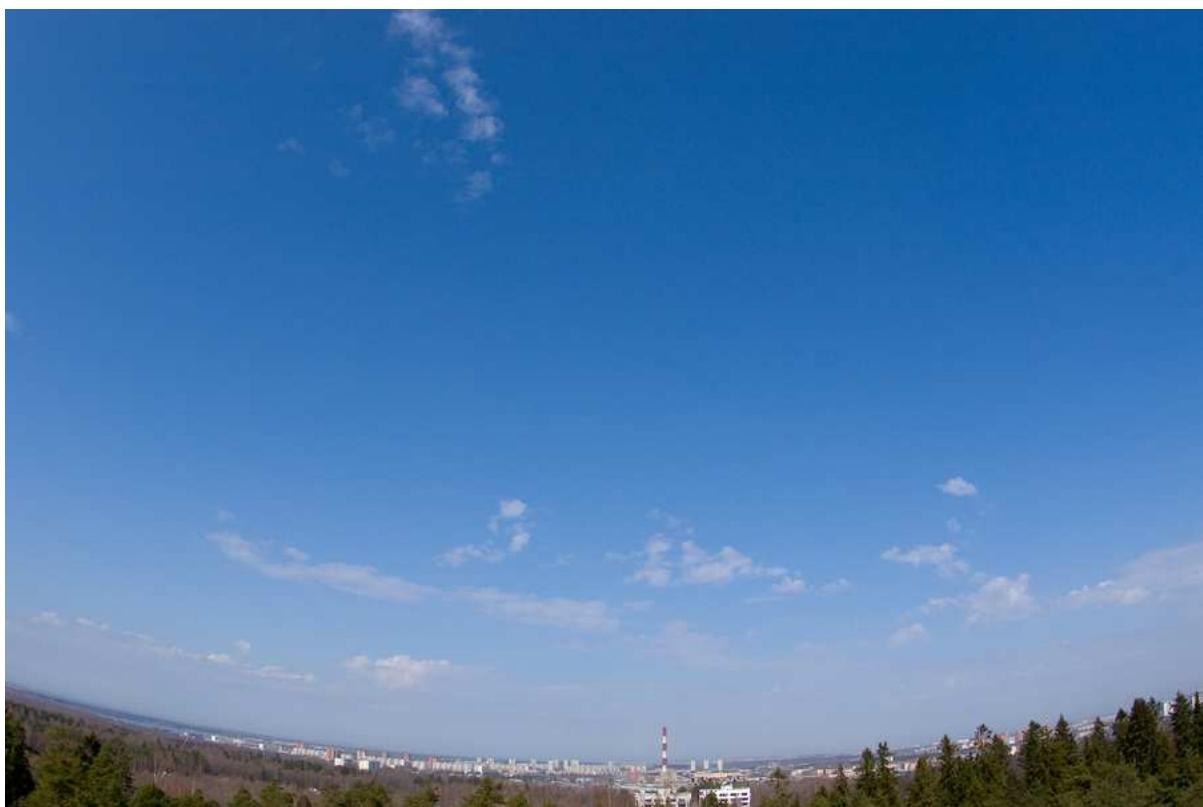


Photo 19: Vaade Tallinna Tähetorni rödult põhjasuunas umbes samal ajal kui satelliidi-foto (foto 23).

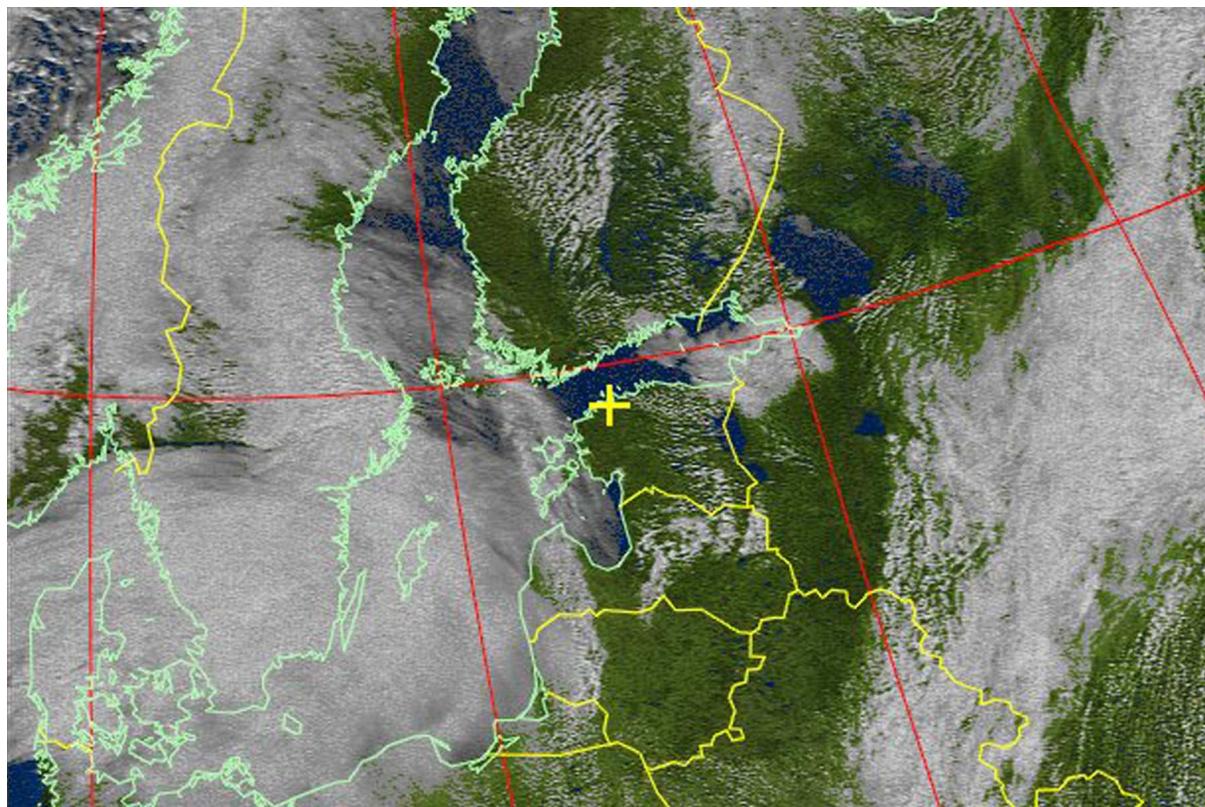


Photo 20: NOAA-17 MSA (ainult Eesti lähiümbris) 19.04.2007 8:52 UTC



Photo 21: Vaade Tallinna Tähetorni rödult läände satelliidi ülelennu ajal (foto 25).

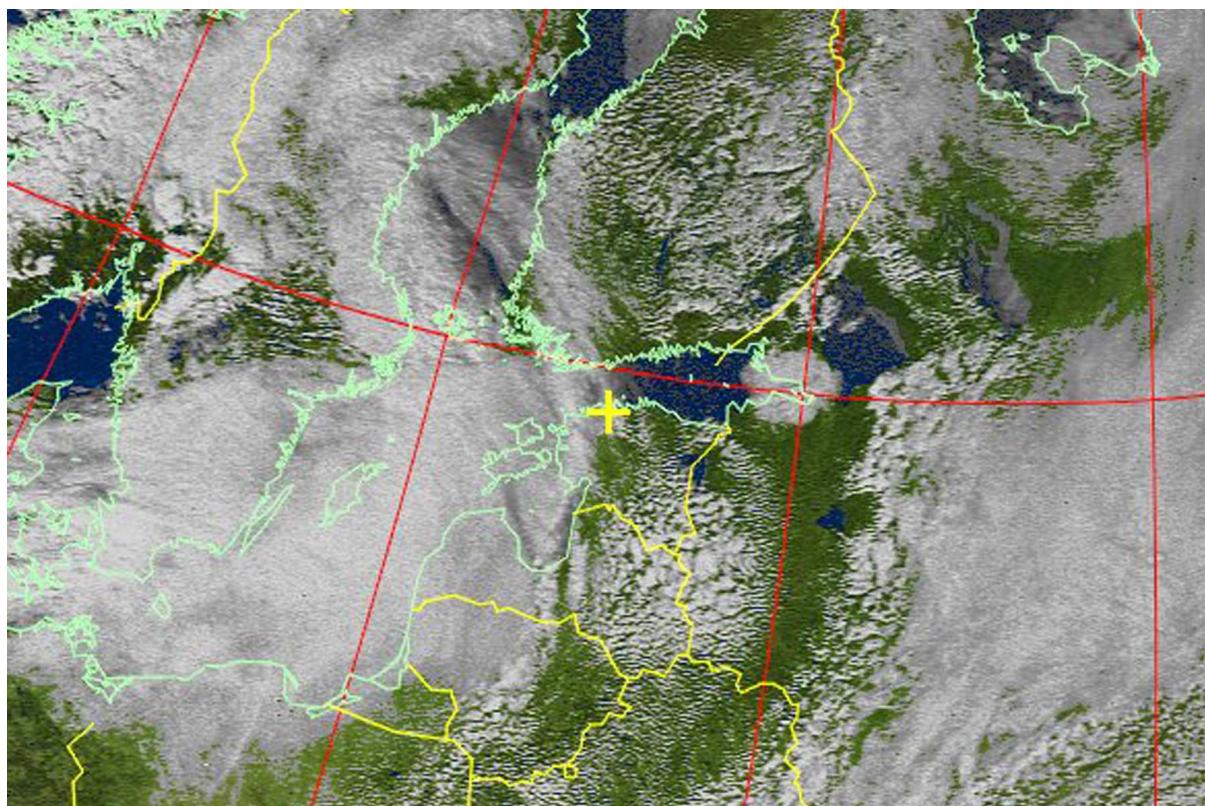


Photo 22: NOAA-18 MSA 19.04.2007 11:26 UTC



Photo 23: Vaade Tallinna Tähetorni rödult läände satelliidi ülelennu ajal (foto 27).

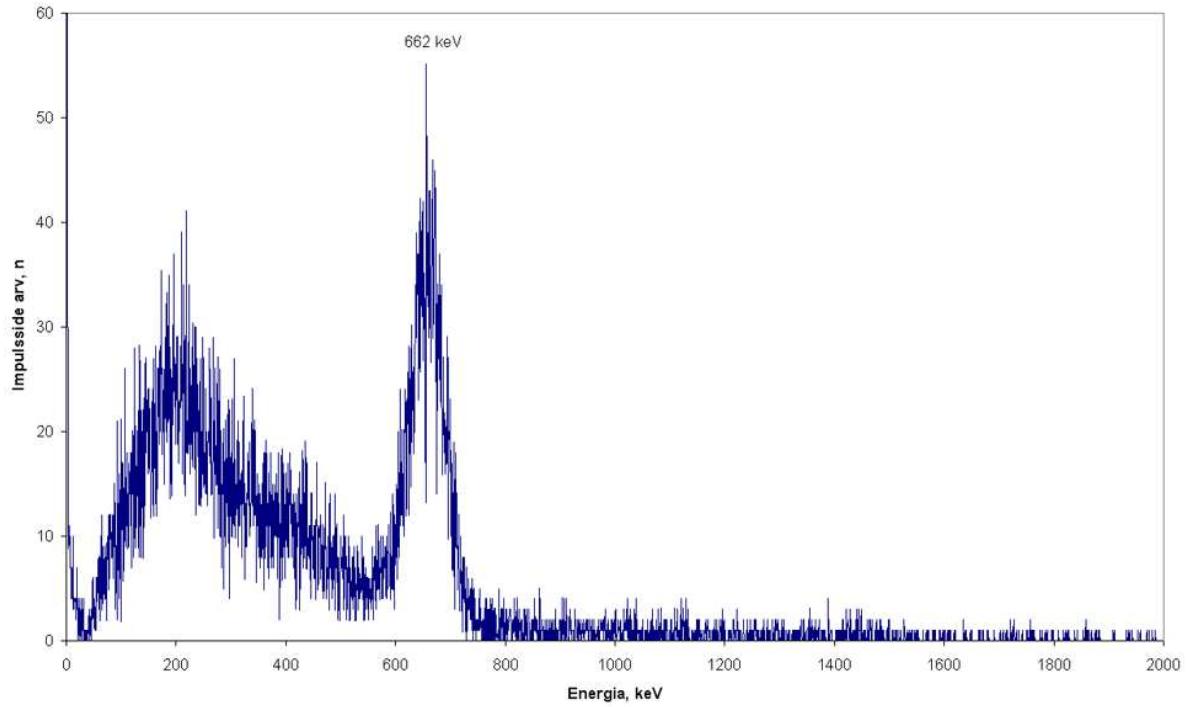


Figure 24: Gammakiirguse spekter.

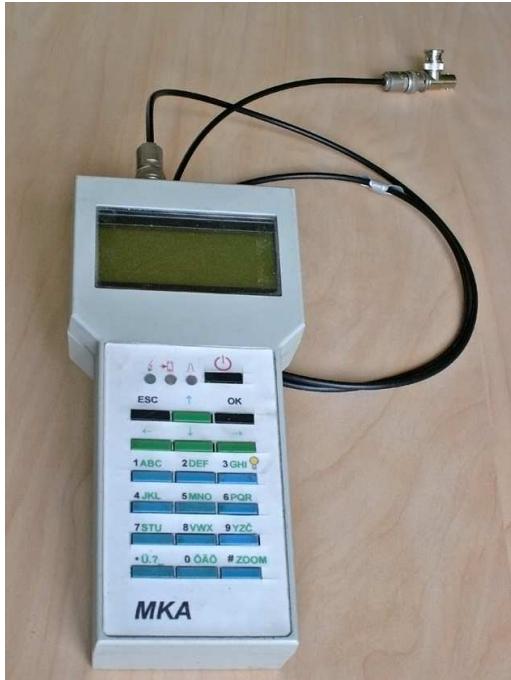


Photo 25: Spektromeeter MKA.

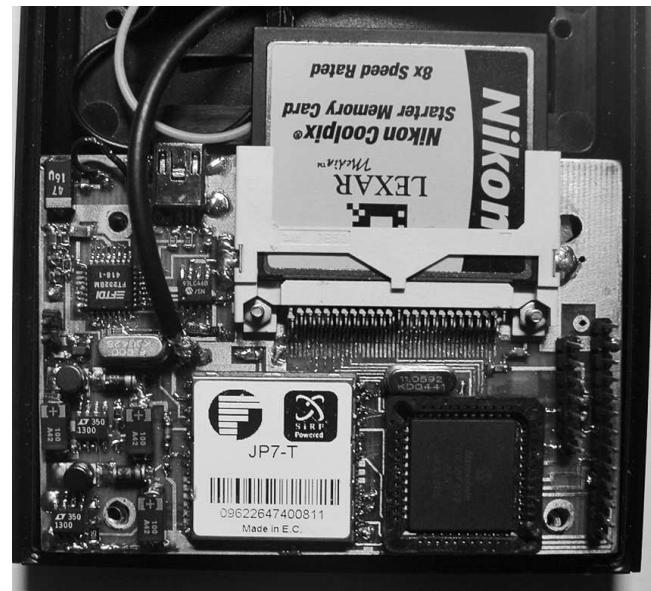


Photo 26: Spektromeeter MKA seestpoolt.

References

- Aas, T., Harvig, V., Mars, M. (2004) Tallinn Obs. Vol. 3, N. 2, 9
- Boroson, T., Reed, R., Wong, W. and Lesser, M., 1994, Proc. SPIE 2198, 877
- Harvig, V. (1987a), Tartu Publ., Vol. 52, 313
- Harvig, V. (1987b), Tartu Publ., Vol. 52, 320
- Kalv, P. (1975), Tartu Publ., Vol. 43, 98
- Kalv, P., Harvig, V., Aas, T. and Pustylnik, I. (2003), Baltic Astronomy, vol. 12, 639
- Luud, L., Koppel, R., Maasik, M. (1973) Tartu Publ., Vol. 40, 247
- Maasik, E-M (1970), Tartu Publ., Vol. 39, 137
- Manfroid, J., (1995), A&AS, 113, 587
- Manfroid, J., (1996), A&AS 118, 391
- Mitra, A.P., (1974), Ionospheric Effects of Solar Flares, Astrophysics and Space Science Library, vol. 46. D. Reidel Publishing Company, Boston.
- Schechter, P. L., Mateo, M., & Saha, A., (1993), PASP, 105, 1342
- V. Sinivee(2007a), "A prototype gamma spectrometer-datalogger binds data to geographical coordinates and offers protection of measurement results". In International Joint Conferences on Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering, (CISSE 07, Bridgeport, CT, USA. December 2007)
- Sinivee, V.(2007b) Instruments and Experimental Techniques, Vol.: 50., 4, 494
- Stetson, P. B., (1987), PASP, 99, 191
- Treffers, R. R. & Richmond, M. W., (1989), PASP, 101, 725
- Tuvikene, T. and Kolka, I., (2003), Baltic Astronomy, vol. 12, 647
- Veismann, U., Kübar, T (1967), Tartu Publ., Vol. 36, 312
- Veismann, U. (1967), Tartu Publ., Vol. 36, 323
- Veismann, U. (1971a), Tartu Publ., Vol. 39, 334
- Veismann, U. (1971b), Tartu Publ., Vol. 39, 347
- Žigman, V., Grubor, D. & Šulić, D., 2007, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 69, 775