

# Rekonfigurējama komunikāciju apakšsistēma

## Projekts "Ventspils Augstskolas satelītu tehnoloģiju izglītības programma" (PECS, Nr.4000114048/15/NL/NDe)

E.Briede, J.Šate, R.Trops, M.Ēlerts, J.Trokšs, G.Gaigals

Ventspils Augstskola, endija.briede@venta.lv

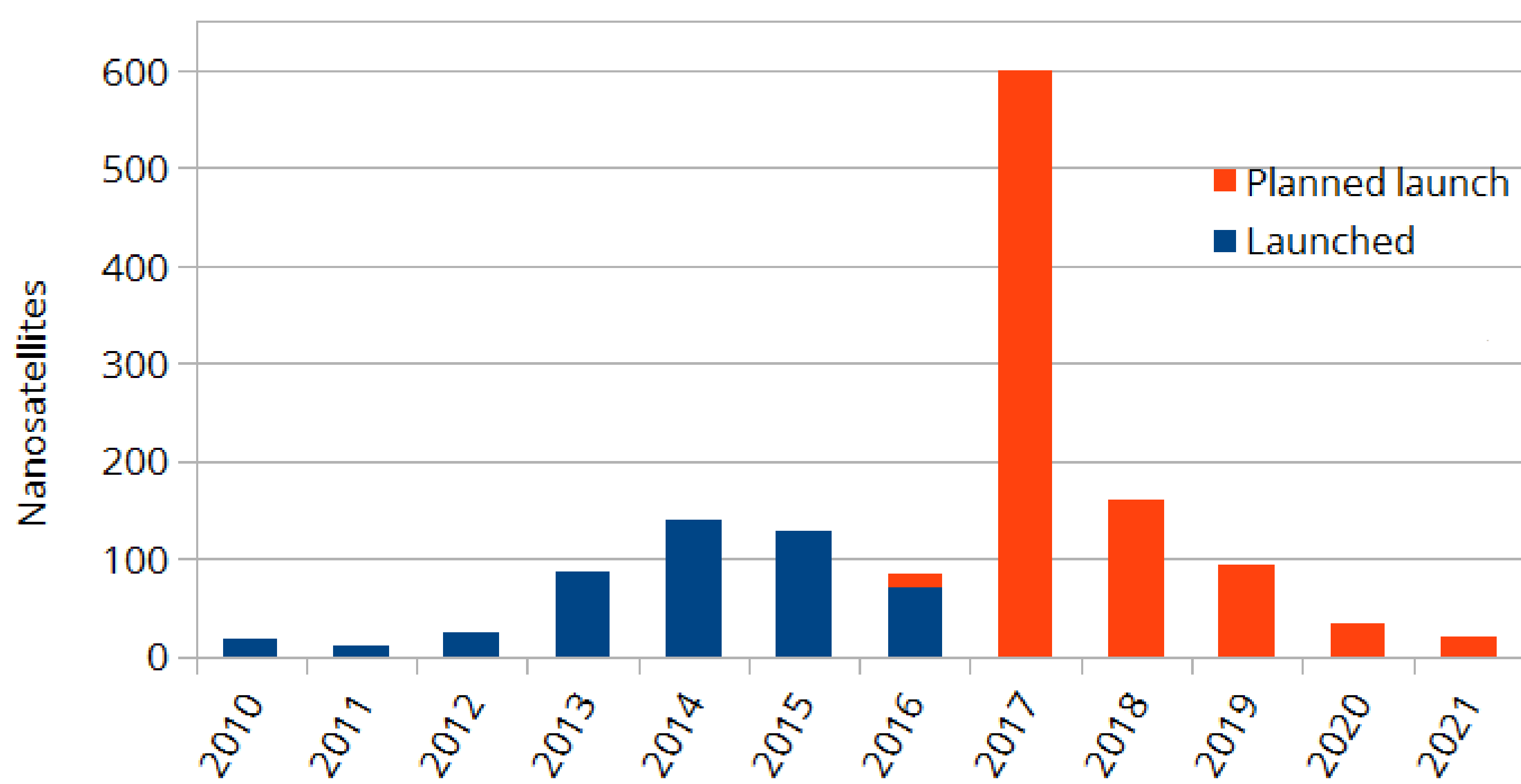
### PROJEKTA MĒRĶIS

- Veikt ieguldījumu Latvijas kosmosa sektora cilvēkresursu kapacitātes paaugstināšanai sekmīgai dalībai Eiropas Kosmosa Aģentūras projektos.
- Veikt pētījumus un izstrādi satelīt tehnoloģiju jomā, risinot aktuālas problēmas, nodrošinot VeA akadēmisko personālu un studentus ar praktisku pieredzi.
- Izpētes un izstrādes rezultātus izmantot VeA studiju procesa un mācību laboratoriju aprīkojuma pilnveidošanai.

### PĒTĪJUMU AKTUALITĀTE

- Nanosatelīti, kas sākotnēji tika izmantoti studentu apmācībai, iegūst arvien lielāku popularitāti komerciālo pakalpojumu sniegšanai.
- Pēdējos gados strauji palielinājies tālzpētē pielietoto nanosatelītu skaits, kam nepieciešams augsts datu pārraides ātrums sakaru kanālā satelīts-Zeme.
- Novērojama satelīt komunikācijām atvēlētās frekvenču joslas pārslodze, kas radīs nopietnus ierobežojumus nanosatelītu pielietojumiem.

#### Launched and planned nanosatellites



- Nanosatelītu nelielais izmērs ierobežo tā pieejamos elektroenerģijas resursus, kas liedz pielietot spektrāli efektīvas datu pārraides metodes (*Adaptive Coding and Modulation* (ACM metodes)).

### RISINĀJUMS

- ACM metožu pielietojums samazinātu satelīt komunikāciju frekvenču joslu noslodzi.
- Izmantojot ACM metodes, palielinās elektroenerģijas patēriņš, ko iespējams kompensēt, samazinot sakaru kanālā satelīts-Zeme pārraidītā radiosignāla jaudu.
- Samazinātās jaudas signālu nepieciešams uztvert ar augsta pastiprinājuma antenu, piemēram, RT-16 radioteleskopu, kura tehniskie parametri piemēroti satelīt komunikācijām no Zemei tuvās orbītas (LEO) satelītiem.



- 5°/s sekošanas ātrums
- 2.5" sekošanas precizitāte
- Kriogēnais uztvērējs (15K)
- 4.5 - 8.8 GHz Rx joslas platums
- 57.6 dBi antenas pastiprinājums

- Veicot sakaru kanāla novērtējumu, tika noteikts, ka, izmantojot iepriekšminēto pieeju, ir iespējams sasniegt līdz 5 reizēm augstāku spektrālo efektivitāti, salīdzinot ar tradicionāli izmantotajām metodēm nanosatelītu komunikāciju sistēmās.

Downlink Data Budget				
Parameter	Units	Value		
Elevation angle	degree	10	20	50
System Link Margin				
QPSK (10 Mbps)	dB	12,7	15,2	20,1
16-APSK (20 Mbps)	dB	4,3	6,8	11,7
32-APSK (25 Mbps)	dB	1,3	3,8	8,7

### FINANSĒJUMA AVOTI

Pētījums finansēts no šādiem avotiem:

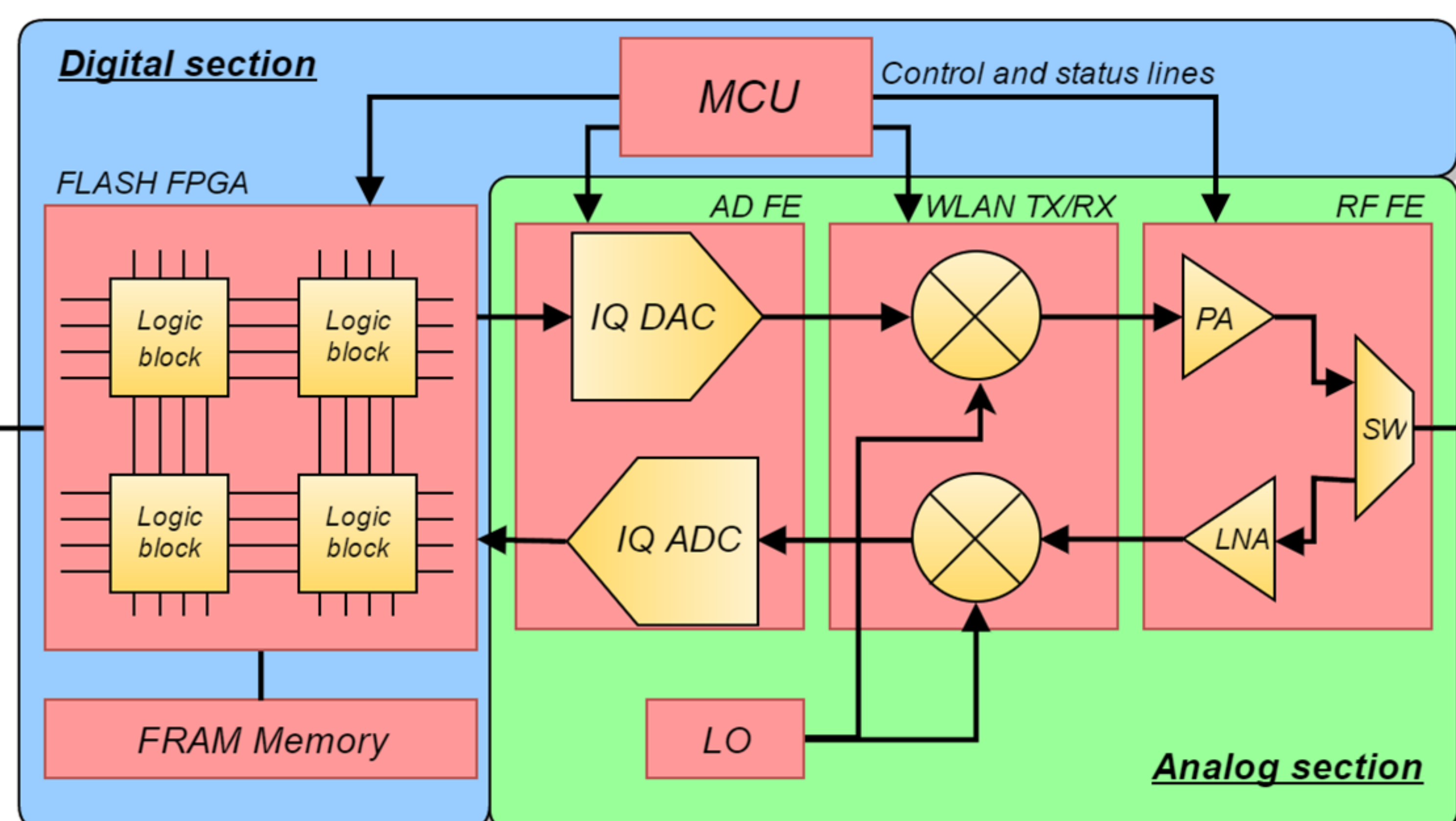
- projekta "Ventspils Augstskolas satelītu tehnoloģiju izglītības programma" (PECS, Nr.4000114048/15/NL/NDe) līgumcena/projekta budžets: 49 067 EUR, projekta ilgums: 19 mēneši);
- Ventspils Augstskolas citi finansiālie resursi.

### IZMANTOTĀ LITERATŪRA

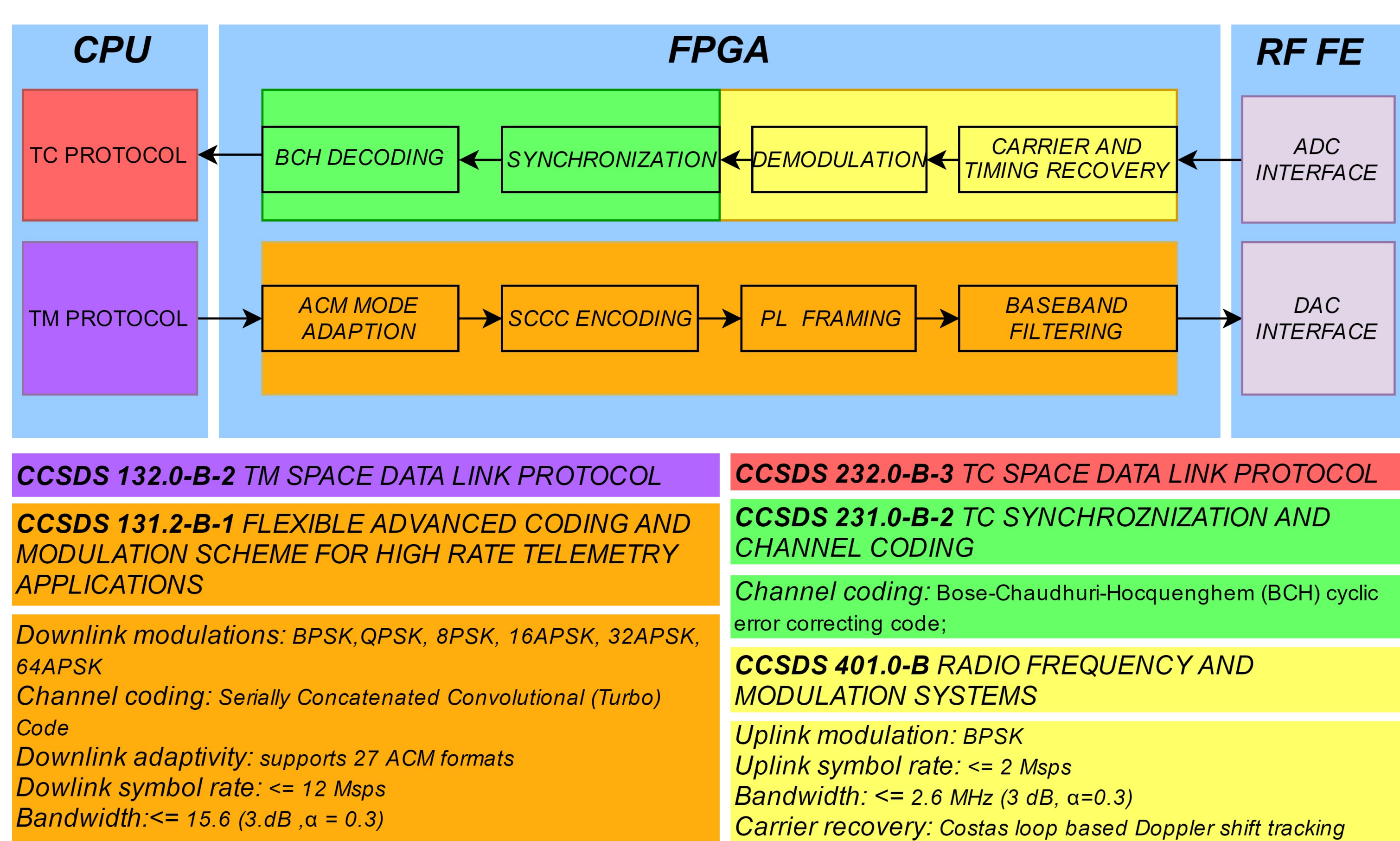
- Šate J., Trops R., et al. *Concept of the spectrally efficient CubeSat communication subsystem*, Space review, Vol. 4, 2016, ISBN:978-9984-648-64-4
- Iaroslav Iakubivskiy, Hendrik Ehrpais, et. al. *ESTCube-2 mission analysis: plasma brake experiment for deorbiting*, 2016, IAC-16,E2,4,4,x33190
- World's largest database of nanosatellites, more than 1600 nanosats and CubeSats, www.nanosats.eu

### SASNIEGTIE REZULTĀTI

- Izstrādāta rekonfigurējamas komunikāciju apakšsistēmas (RKA) koncepcija, kas nodrošina ērtu rekonfigurāciju gan programmatūrai, gan aparatūrai, satelītam atrodoties orbītā.

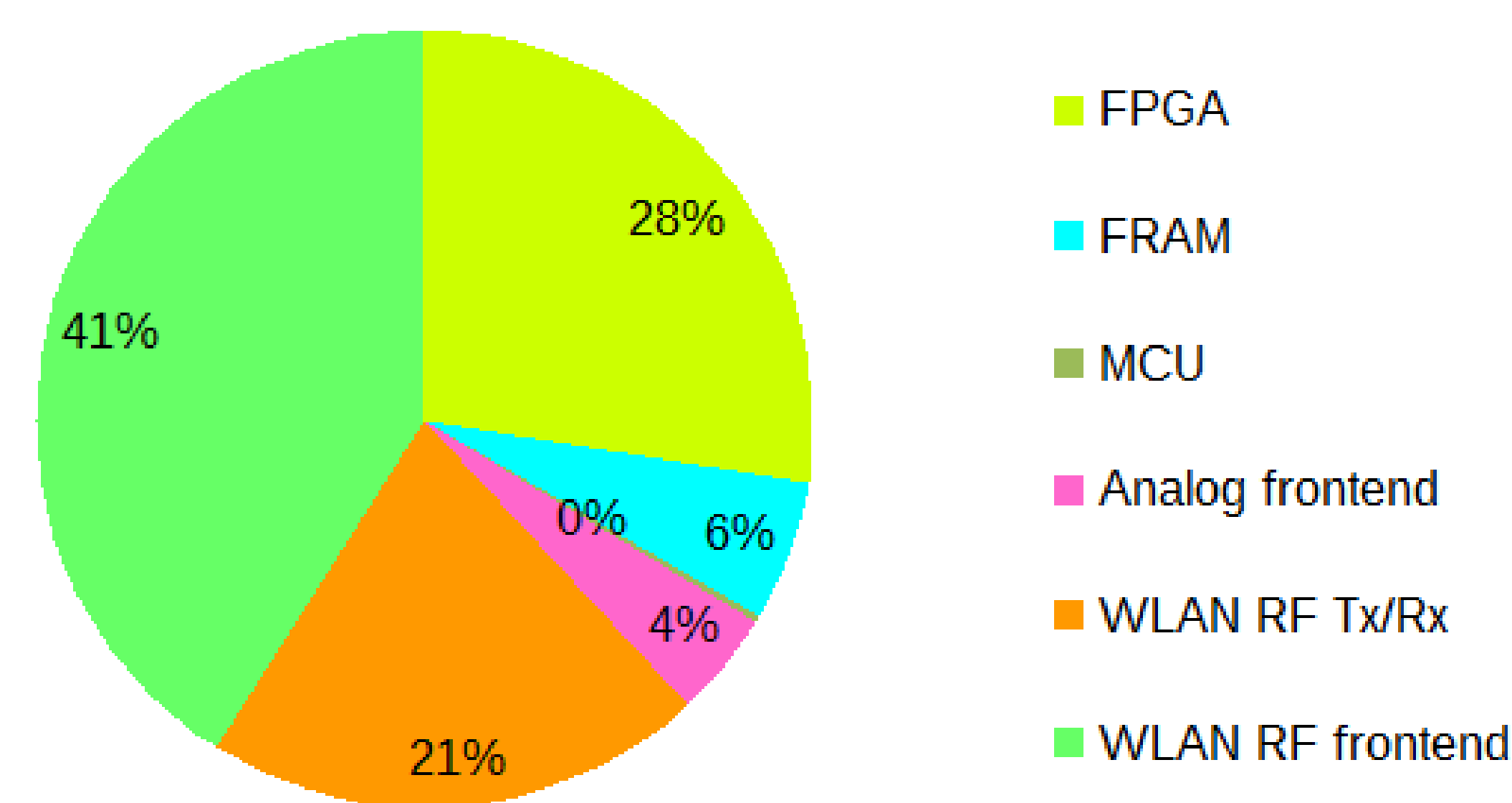


- Datu plūsma tiek organizēta atbilstoši *Consultative Committee for Space Data Systems* (CCSDS) standartiem, lai nodrošinātu savietojamību ar lielāko kosmosa aģentūru satelītu Zemes stacijām.

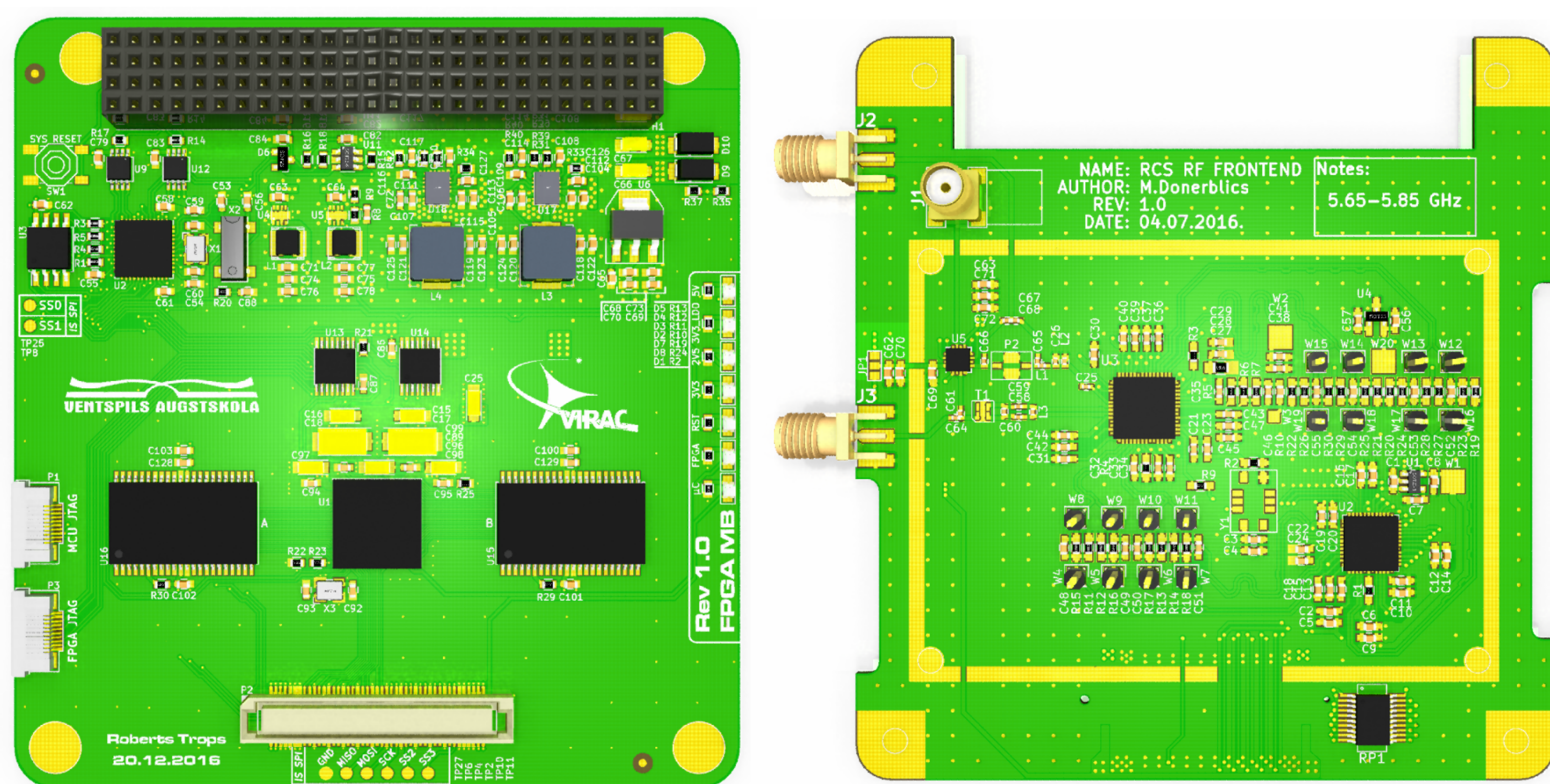


- Jaudas patēriņa novērtējums apliecina, ka izveidotā koncepcija ir pielietojama 1 vienības CubeSat tipa nanosatelītos.

#### Maximal consumption (3.7W)



- Izstrādāts CubeSat (PC-104) standartam atbilstošs komunikāciju apakšsistēmas prototips, kas sastāv no diviem moduļiem - mātesplates un meitasplates.
- Mātesplate nodrošina pamatjoslas signāla digitālo apstrādi un saskarni ar pārējām satelīta apakšsistēmām.
- Meitasplate nodrošina augstfrekvences signālu pārraidi un uztveršanu.
- Nomainot meitasplati, sistēmu iespējams pielāgot citam frekvenču diapazonam.



### SECINĀJUMI

Projekta laikā veiktās pētniecības un izstrādes aktivitātes vainagojušās ar vairākiem nozīmīgiem ieguvumiem:

- izstrādāta unikāla nanosatelītu komunikāciju apakšsistēma;
- RKA testi orbītā ESTcube-2 misijas laikā 2018. gadā;
- RKA pielietojama turpmākajās EKA pētniecības aktivitātēs;
- ieguldījums VeA cilvēkresursu attīstībā;
- pētniecībā un izstrādē iesaistīti aptuveni 10 VeA studenti;
- vairāki kursa darbi, 8 bakalaura darbi un 1 maģistra darbs;
- ieguldījums VeA studiju kursu Programmējamās integrētās shēmas, Bezvadu tehnoloģijas un Elektronisko ierīču elektrobarošana attīstībā;
- pētniecības un izstrādes rezultāti integrēti studiju procesā, uzlabojot VeA Satelīt tehnoloģiju laboratorijas tehnisko nodrošinājumu.