

SmartNet Slovenija

mag. Gregor Bilban

Geoservis, d.o.o.

52. GEODETSKI DAN

Geodezija → Lokacija → Informacija

8. in 9. oktober 2024, Maribor

Določitev položaja z GNSS

Uvod

Globalni navigacijski satelitski sistem (GNSS)

- Konstelacija satelitov, ki oddajajo signale in zagotavljajo podatke o položaju in času GNSS-sprejemnikom. Sprejemnik z uporabo teh podatkov določi svoj položaj.
- Omejena točnost ~4 m

Po definiciji GNSS zagotavlja globalne storitve

- Evropski **Galileo**
- Ameriški NAVSTAR Global Positioning System, **GPS**
- Ruski Globalnaja navigacionnaja sputnikowaja sistema, **GLONASS**
- Kitajski **BeiDou** Navigation Satellite System

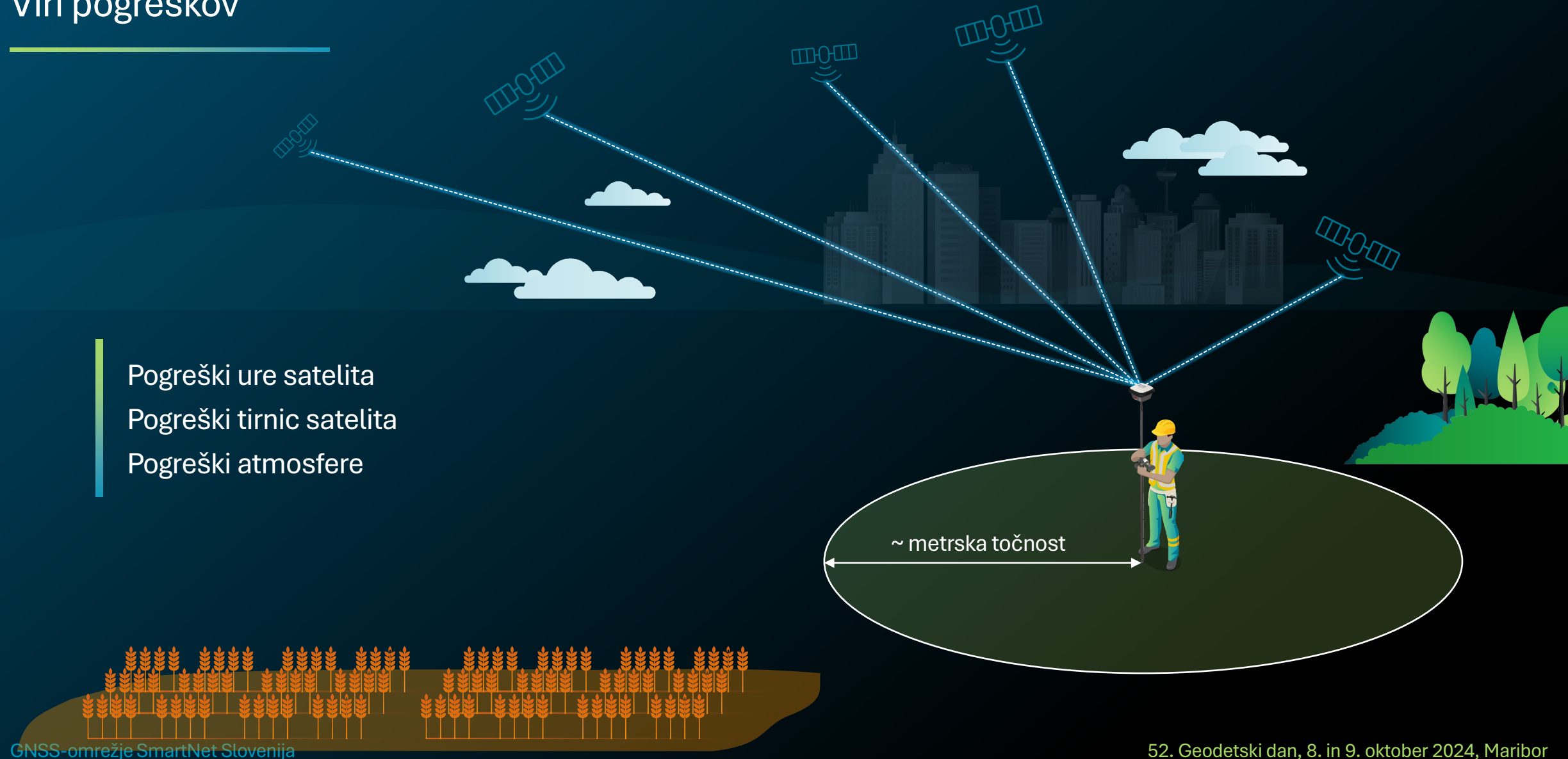
Za določitev položaja z visoko točnostjo v realnem času so bile razvite različne tehnologije, kot na primer **RTK** (OSR), **PPP** (SSR) in hibridne različice, kot na primer **PPP-RTK**

- Točnost v razredu **cm/dm**
- Čedalje več aplikacij zahteva konsistentno in visoko točnost določitve položaja



Zakaj popravki

Viri pogreškov



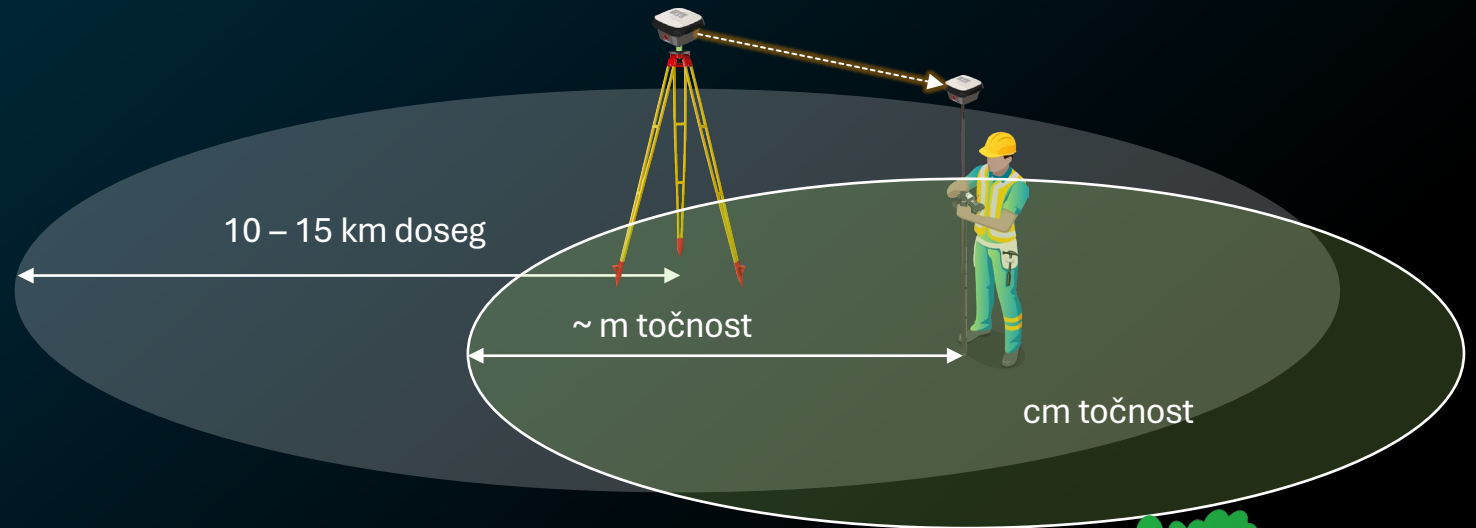
Referenčna postaja

Zgodnja 90. leta



RTK

Popravki se pošiljajo preko
radijske povezave



Referenčna postaja

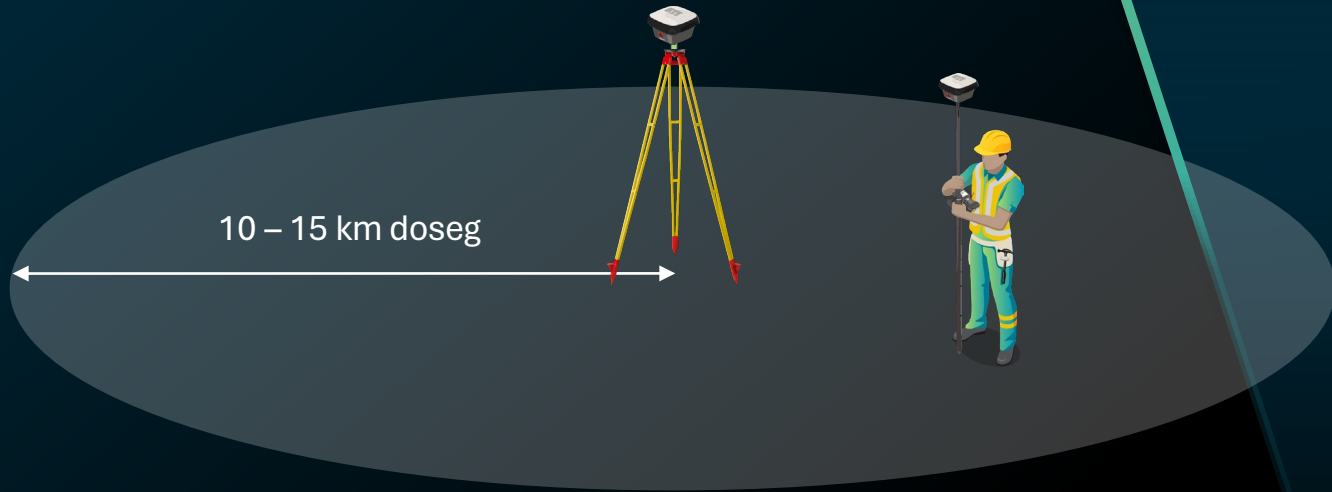
Zgodnja 90. leta



RTK

Popravki se pošiljajo preko
radijske povezave

10 – 15 km doseg



Potencialni problemi:

- Merjenje izven dosega referenčne postaje
- Potreba po dodatni merski opremi
- Riziko kraje, riziko premika referenčne postaje



Regionalna referenčna omrežja

Prva leta 21. stoletja

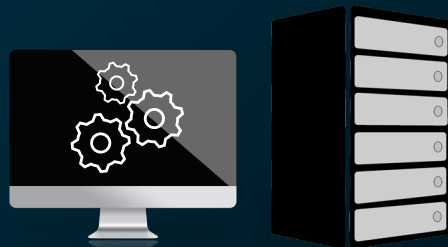


GNSS-omrežje

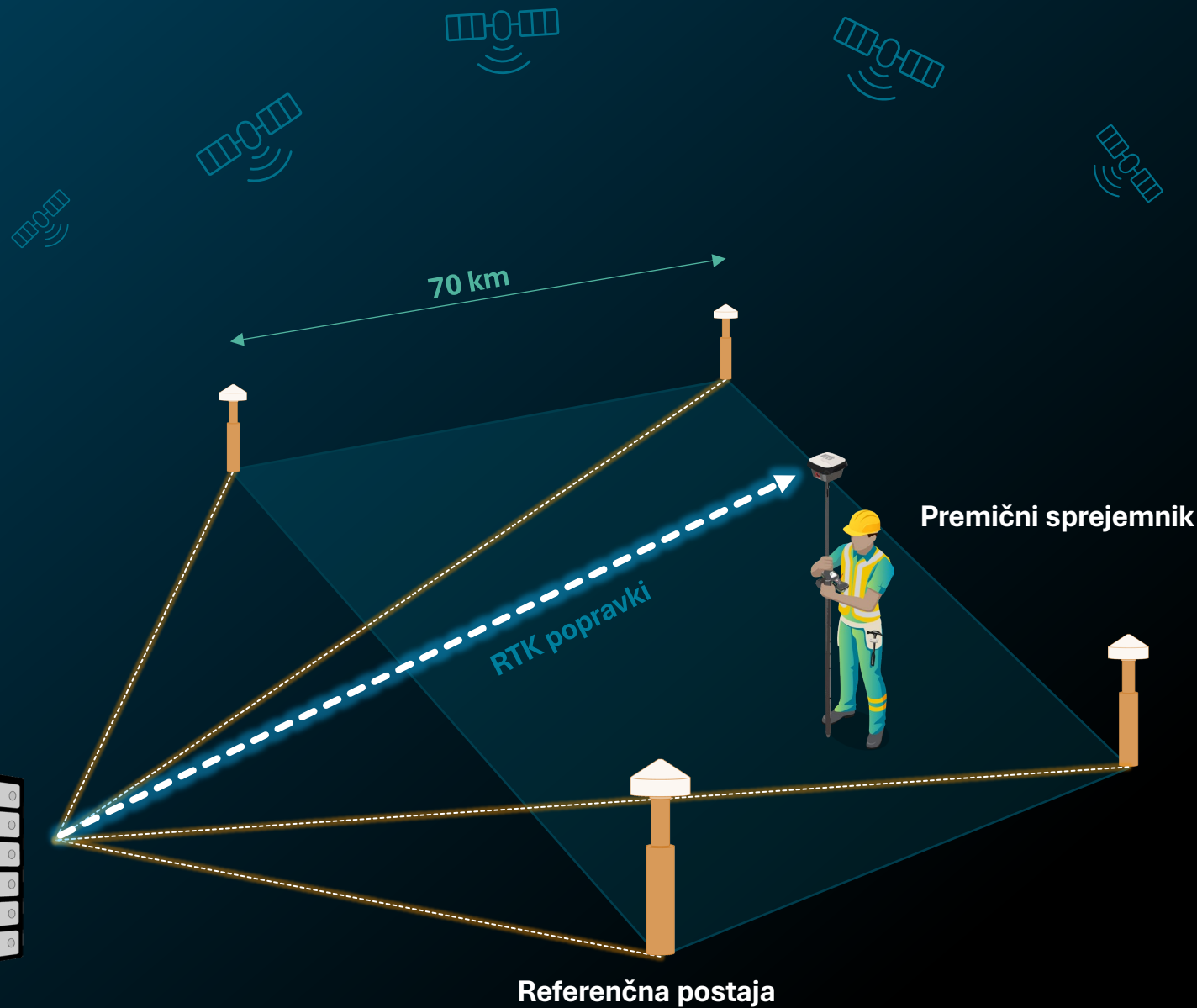
Kako deluje

RTK

Popravki se pošiljajo preko mobilnega interneta



Mrežni RTK strežnik



GNSS-omrežje

Vstop v državni koordinatni sistem



Trigonometrična točka 1. reda št. 166, Vivodnik



GNSS-postaja 0. reda, Javorniški Rovt

GNSS-omrežje

Vrste GNSS-omrežij

- Redovi omrežij



0. red



SIGNAL



SmartNet Slovenija



Posamezne lokalne postaje

- Globalna, regionalna in državna omrežja



GNSS-omrežje SmartNet Slovenija



SmartNet Slovenija
part of HxGN SmartNet

HxGN SmartNet

Storitev določanja položaja



Storitev v oblaku, ki zagotavlja določitev položaja s **centimetrsko točnostjo** GNSS-roverjem preko mobilnega interneta v nekaj sekundah.



Največje globalno GNSS-omrežje s **5.600 postajami**, na voljo v 30 državah.

Temelji na **odprtih standardih** in podpira vse GNSS-naprave.



Več kot **20 let izkušenj** s storitvami referenciranja, s profesionalno lokalno in globalno ekipo strokovnjakov.

S 24/7/365 razpoložljivostjo in tehnično podporo.



HxGN SmartNet temelji na tehnologiji **Leica Geosystems**.

Točnost, ki ji zaupate!

HxGN SmartNet

Razvoj GNSS-omrežja

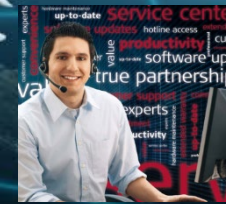


Pred 2000

2001 do 2005

2006 do danes

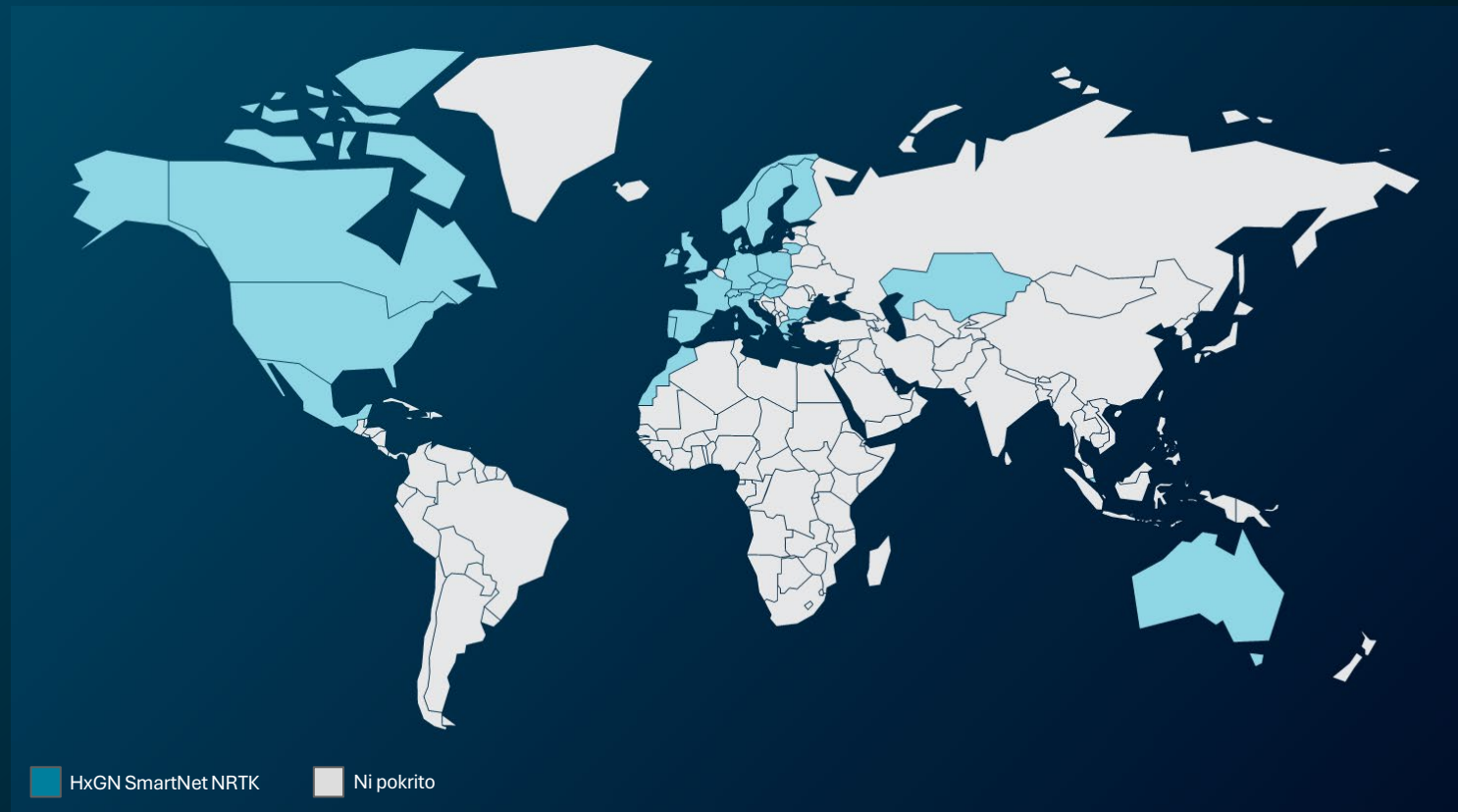
Jutri



HxGN SmartNet

Največje globalno GNSS-omrežje

- Gosto omrežje (razdalja med postajami <70 km) s preko 5.600 GNSS-postajami
- Večina evropskih držav s popolno NRTK pokritostjo



Europa

Avstrija
Bolgarija
Češka republika
Danska
Finska
Francija
Nemčija
Grčija
Irska
Italija
Nizozemska
Norveška
Polska
Portugalska
Slovaška
Slovenija

Španija
Švedska
Švica
Združeno kraljestvo
Ukrajina

Avstralija

Avstralija

Amerika

ZDA
Kanada
Mehika

Azija

Kazahstan



SmartNet Europe

Motivacija

- **Trend:** enotni evropski trg spodbuja poslovanje z geografskimi sosedami
- Storitve preciznega določanja položaja v kinematičnih aplikacijah se uporabljajo preko državnih meja (precizno kmetijstvo, logistika, samovozeča vozila)
- Vključevanje referenčnih postaj sosednjih držav zahteva uskladitve

- **Geodetski izziv:** Kako lahko uporabnik GNSS-roverja preide iz lokalnega koordinatnega sistema ene države v drugo državo?



HxGN SmartNet

Kaj ga naredi?

GNSS infrastruktura za referenčne postaje

- Referenčne postaje (razdalja med 50-70 km), ustrezna stabilizacija
- Redno vzdrževanje

IKT infrastruktura

- Infrastruktura v oblaku

Programska oprema

- Obdelava GNSS-opazovanj, priprava RINEX, razpošiljanje RTK popravkov, NTRIP avtentikacija
- Upravljanje uporabnikov in naročnin (SBC)
- Integracija storitev preko API (X-pos, SmartPositioning)
- Orodja za kontrolo in nadzor

Operativa, logistika, tehnična podpora

- Več-nivojska tehnična podpora
- Izračunavanje koordinat in nadzor stabilnosti



HxGN SmartNet

Globalna IKT infrastruktura

Vsa omrežja SmartNet uporabljajo skupnega ponudnika oblačne platforme

- Podatkovni centri (11:11 Systems) na internetni hrbtenici
- 100% redundanca za primer izpada napajanja
- Popoln načrt reševanja (DRP) na fizično dislocirani lokaciji
- Samodejni preklop na rezervni sistem (FO)

5 lokacij

- London
- Amsterdam
- Sydney
- Singapur
- Reston

Dolgoročno shranjevanje podatkov RINEX

- 1 leto, @ 1 s



11:11 SYSTEMS

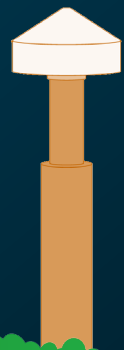
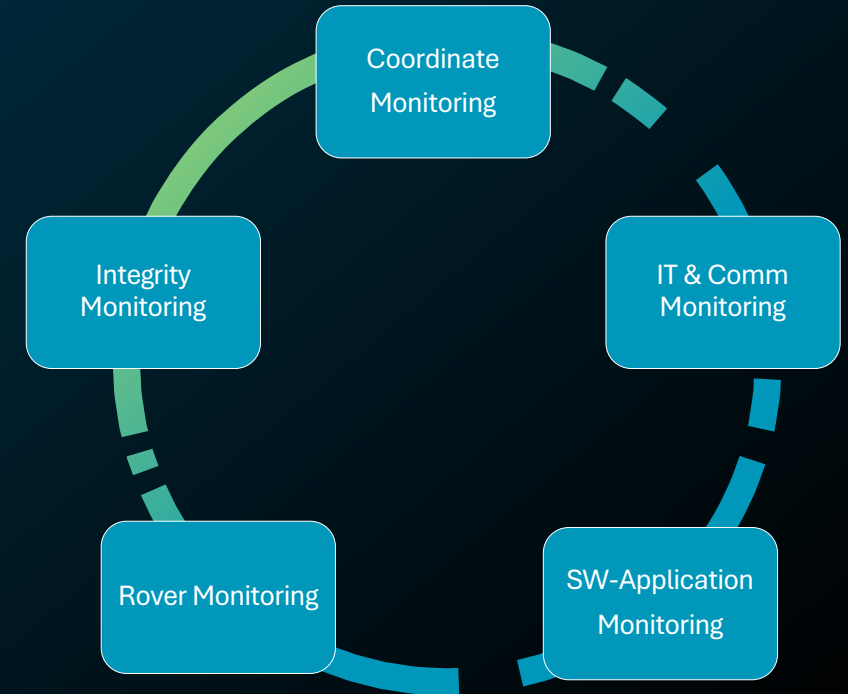


HxGN SmartNet

Zagotavljanje kakovosti storitev (QA)

Kontrola z neodvisnimi orodji

- Koordinate referenčnih postaj >> Storitve CrossCheck (Bernese)
- IT in komunikacija >> IT Monitoring Tool (PRTG)
- Programska oprema >> Performance Counter Enhancements
- GNSS rover >> Leica SBC RT in simulacije roverjev
- Integriteta omrežja >> Stalni in virtualni GNSS roverji



Prevzem podatkov

Komunikacijska infrastruktura (internet)

Mrežna programska oprema (GNSS Spider)

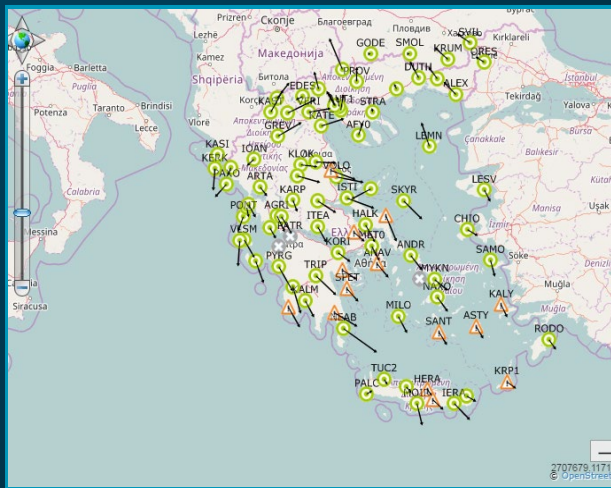
Komunikacijska infrastruktura (mobilni internet)

GNSS-rover



Leica CrossCheck

Kontrola koordinat GNSS-postaj

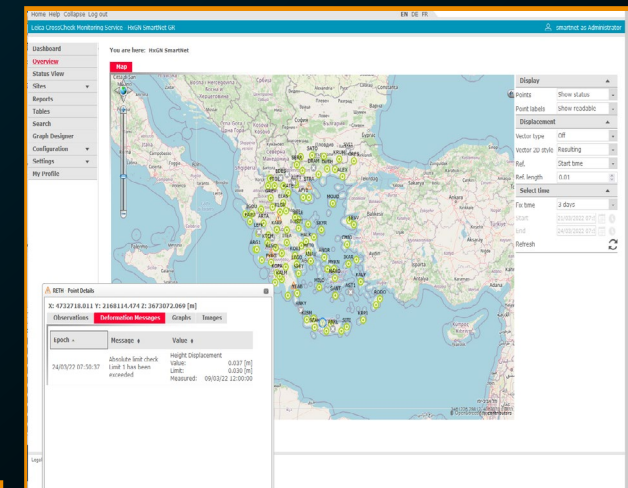


Območja visoke tektonske aktivnosti

Epoch	Message	Value
24/03/22 07:50:37	Absolute limit check Limit 1 has been exceeded	Height Displacement Value: 0.037 [m] Limit: 0.030 [m] Measured: 09/03/22 12:00:00

File	Edit	Format	View	Help					
ATZ20810	3498	4020	2842	1156	21	128	38	551	58
BEZ20820	13	12	0	12	0	0	3	0	0
BSZ20810	4024	5385	1843	3528	13	119	38	389	42
CHZ20810	8372	5905	1664	4227	13	95	38	382	42
CZ220810	2904	4490	3312	1160	17	121	38	537	57
DEZ20810	4326	13104	9857	3192	54	372	37	1698	173
DKZ20810	1886	4249	3174	1051	24	133	38	531	56
ESZ20810	7074	19115	14181	4868	65	485	38	2214	225
FIZ20810	4102	6958	4844	2083	29	215	38	956	99
FRZ20810	7345	14741	10652	4039	49	384	38	1637	167
GRZ20810	3051	6241	4356	1857	27	194	38	843	88
ITZ20810	3682	13943	7067	6831	44	348	38	1475	151
NLZ20810	2669	10028	2975	6930	122	146	38	592	63
NOZ20810	12362	20857	15612	5064	179	525	37	2251	228
PLZ20810	9619	24664	7721	16899	43	316	38	1433	147
PTZ20810	2187	6406	2143	4243	19	263	38	465	50
SEZ20810	19781	39565	27516	11946	101	767	37	3378	341

Avtomatiziran izračun koordinat GNSS-postaj



24/7 kontrola in alarmiranje

HxGN SmartNet

Zanimivosti



Primer največjega ugrezanja (9 m) v Kaliforniji, ZDA, ki je bil posledica prekomernega izkoriščanja podtalnice

Postaja MNIZ s kotnimi reflektorji inSAR za določanje višine

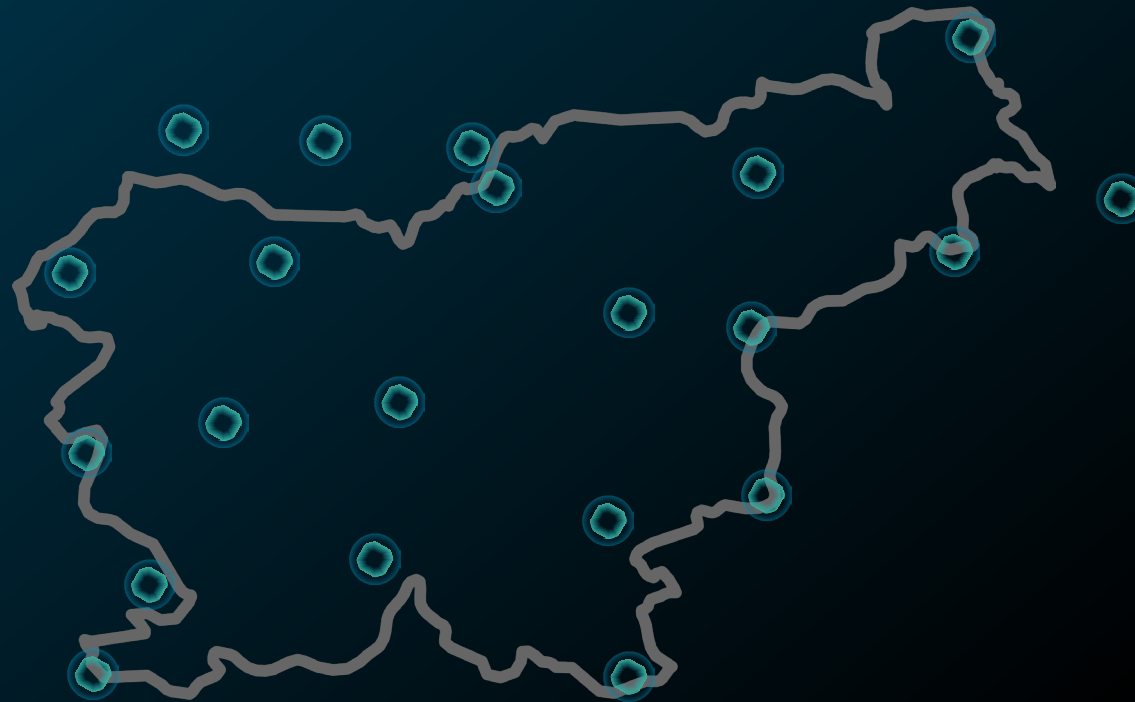


SmartNet Slovenija

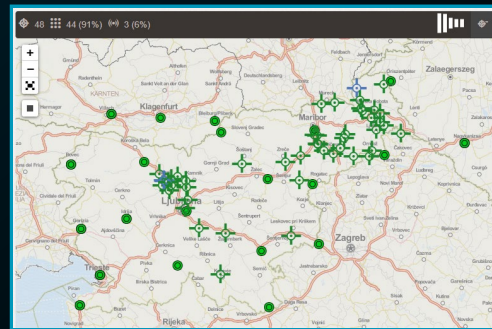
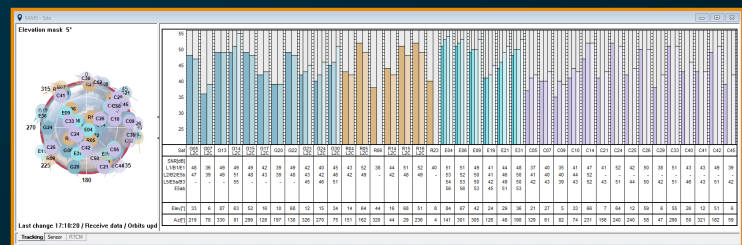
Storitveno naravnano GNSS-omrežje

Trenutno stanje omrežja

- 21 stalnih GNSS-postaj
- Podpora vsem 4 GNSS-konstelacijam
- Mrežni RTK s podporo GREC



Contents	Site Code	Faedi/Av...	GPS	GLO	GAL	BDS	G01	G04	G07	G09	G11	G17	G19	G24	G31	R01	R11	R17	R18	R24	E04	E05	E06	E09	E10	E11	E34	E36	C05	C06	C09	C11	C12	C14	C16	C21	C22	C26	C34	C36	C39	C42	C43	C45									
LOZ	35/36		8/8	6/6	7/7	14/15																																															
LIUB	36/37		9/9	6/6	7/8	14/14																																															
GRUN	34/36		8/8	5/6	7/7	14/15																																															
TRUN	35/37		8/9	6/6	8/8	13/14																																															
CELJ	39/39		9/9	6/6	8/8	16/16																																															
IDR	34/34		7/7	6/6	7/7	14/15																																															
BLEJ	36/37		8/8	6/6	7/8	15/15																																															
KLAG	38/38		9/9	6/6	8/8	15/15																																															
LAND	37/38		9/9	6/6	8/8	14/15																																															
BOVE	31/34		7/8	5/6	6/7	13/13																																															
NMES	35/39		8/9	6/6	6/8	15/16																																															
RADO	37/38		9/9	6/6	8/8	14/15																																															
ROGS	39/39		9/9	6/6	8/8	16/16																																															
VINC	37/38		8/9	6/6	8/8	15/15																																															
MAJRI	38/38		9/9	6/6	8/8	15/15																																															
MEZI	36/36		8/8	6/6	7/7	15/15																																															
SECO	36/38		8/9	6/6	8/8	14/15																																															
MUZJ	36/39		8/9	6/6	7/8	15/16																																															
BREZ	38/39		9/9	6/6	8/8	15/16																																															
HODO	35/38		8/8	6/6	7/8	14/16																																															
SRED	35/37		8/8	6/6	7/8	14/15																																															

SmartNet Slovenija

Storitveno naravnano GNSS-omrežje

veripos 

Referenčne postaje

→ Zajem surovih GNSS-opazovanj

Leica GNSS Spider

→ Skupna obdelava GNSS-opazovanj in pridobitev popravkov NRTK

HxGN SmartNet

→ Storitve precizne določitve položaja



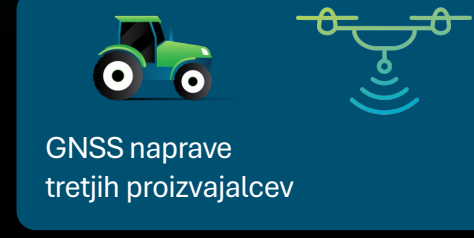
Geodezija

Gradbeništvo in vodenje strojev

Upravljanje z infrastrukturo

Monitoring

Druge aplikacije

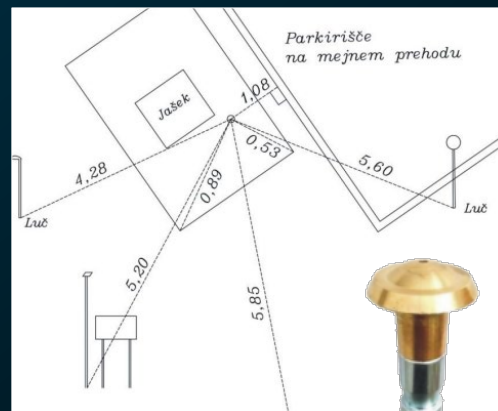


SmartNet Slovenija

Kontrola (QC) in zagotavljanje (QA) kakovosti storitev

Preskusi na terenu

- Na izračun položaja GNSS-roverja vplivajo številni dejavniki: atmosfera, okolica, mobilno omrežje, merska oprema, programska oprema v centru GNSS-omrežja, uporabnik
- Terenski preskus zajema največjo skupino vplivov
- Neposreden vpogled v uporabniško izkušnjo
- Mreža kontrolnih točk GURS



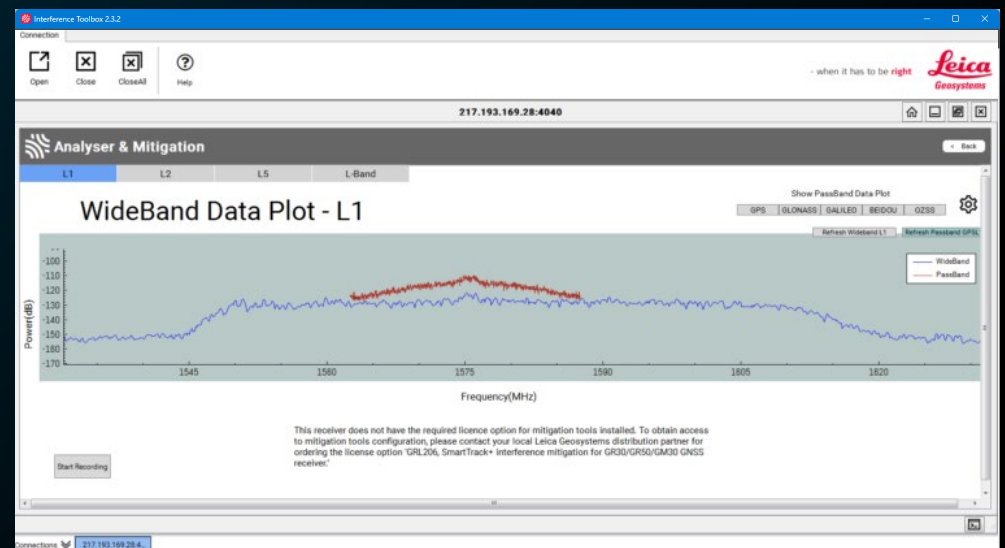
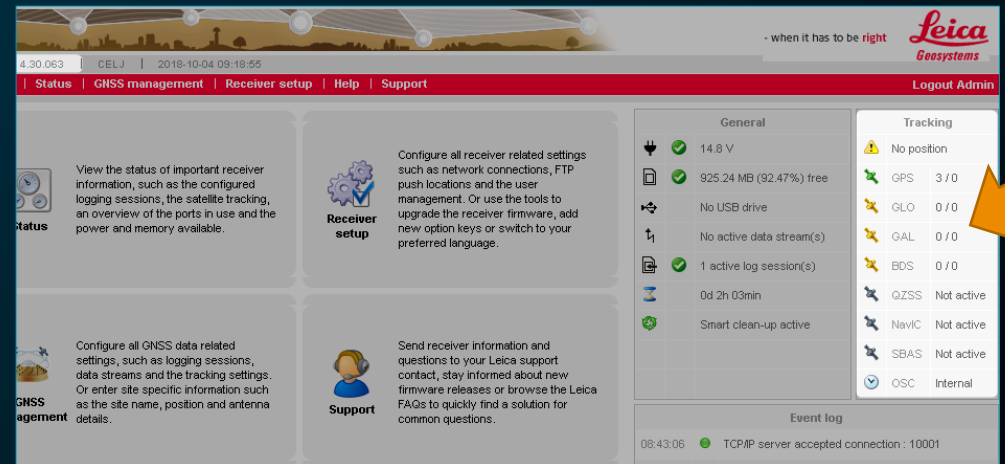
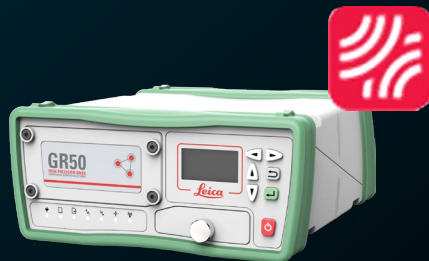
Mreža kontrolnih GNSS-točk

Zagotavljanje kakovosti

Leica Interference Toolbox

Odkrivanje in odpravljanje težav s sledenjem

- Na voljo za referenčne in za premične sprejemnike
- Interference Toolbox omogoča oddaljen dostop iz centra omrežja do referenčnih sprejemnikov
- Orodje omogoča kontrolo signalov, analizo frekvenčnih spektrov ter s tem odkrivanje potencialnih interferenc
- Omogoča realno-časovni prikaz frekvenčnih spektrov GNSS in shranjevanje za kasnejšo analizo
- Sprejemniki zadnje generacije imajo vgrajeno možnost odpravljanja interferenc z načinom HDR, programabilnimi pasovnimi filtri in ozkopasovnimi dušilnimi filtri



SmartNet Slovenija

Sodelovanje z državo, znanostjo in stroko

Geodetska uprava R Slovenije

- Navezava na državni koordinatni sistem preko SIGNAL
- Smernice za GNSS-omrežja
- Mreža kontrolnih točk

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

- Zagotavljanje podatkov za projekt SLOKIN
- Zagotavljanje storitev referenciranja
- Test odpornosti sprejemnikov na namerno motenje
- Smernice in predlogi za izboljšave

Agencija za komunikacijska omrežja in storitve

- Zaznavanje motenj, odpravljanje težav



SKLADNI REZULTATI



DELJENJE ZNANJA IN IZKUŠENJ



SODELOVANJE NA PROJEKTIH



ODPORNOST NA MOTNJE



IZMENJAVA PODATKOV



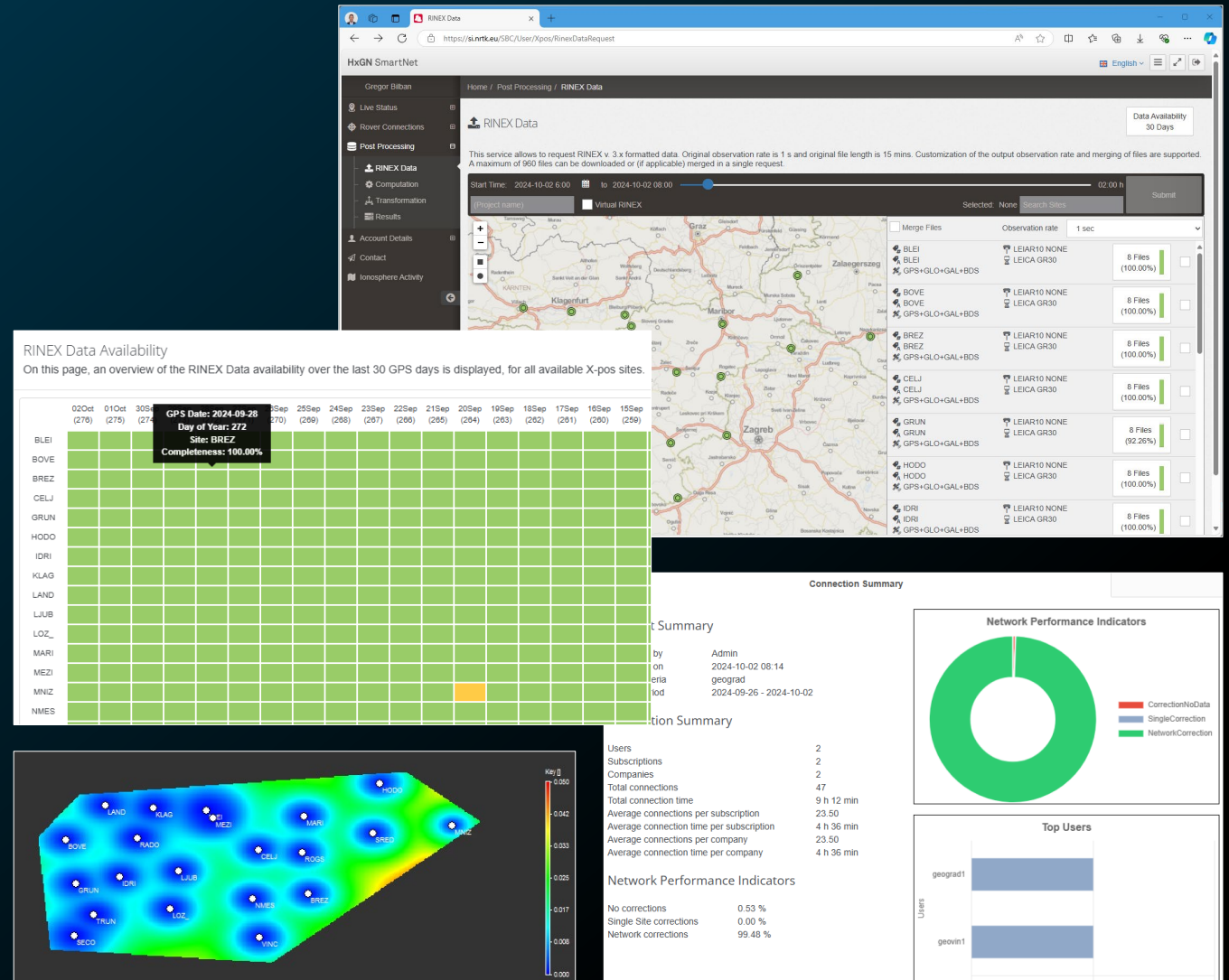
OSREDOTOČENOST NA STRANKO

Uporabniška izkušnja

Uporabniška izkušnja

Spletni portal

- Enotna platforma za administratorski in uporabniški dostop
- Pristop k omrežju
- Upravljanje z naročniškimi razmerji in uporabniškimi podatki
- Stanje GNSS-omrežja
- Pregled storitev in porabe
- Nadzor nad opremo
- Prenos RINEX/Virtual-RINEX podatkov
- Spletna naknadna obdelava GNSS-opazovanj

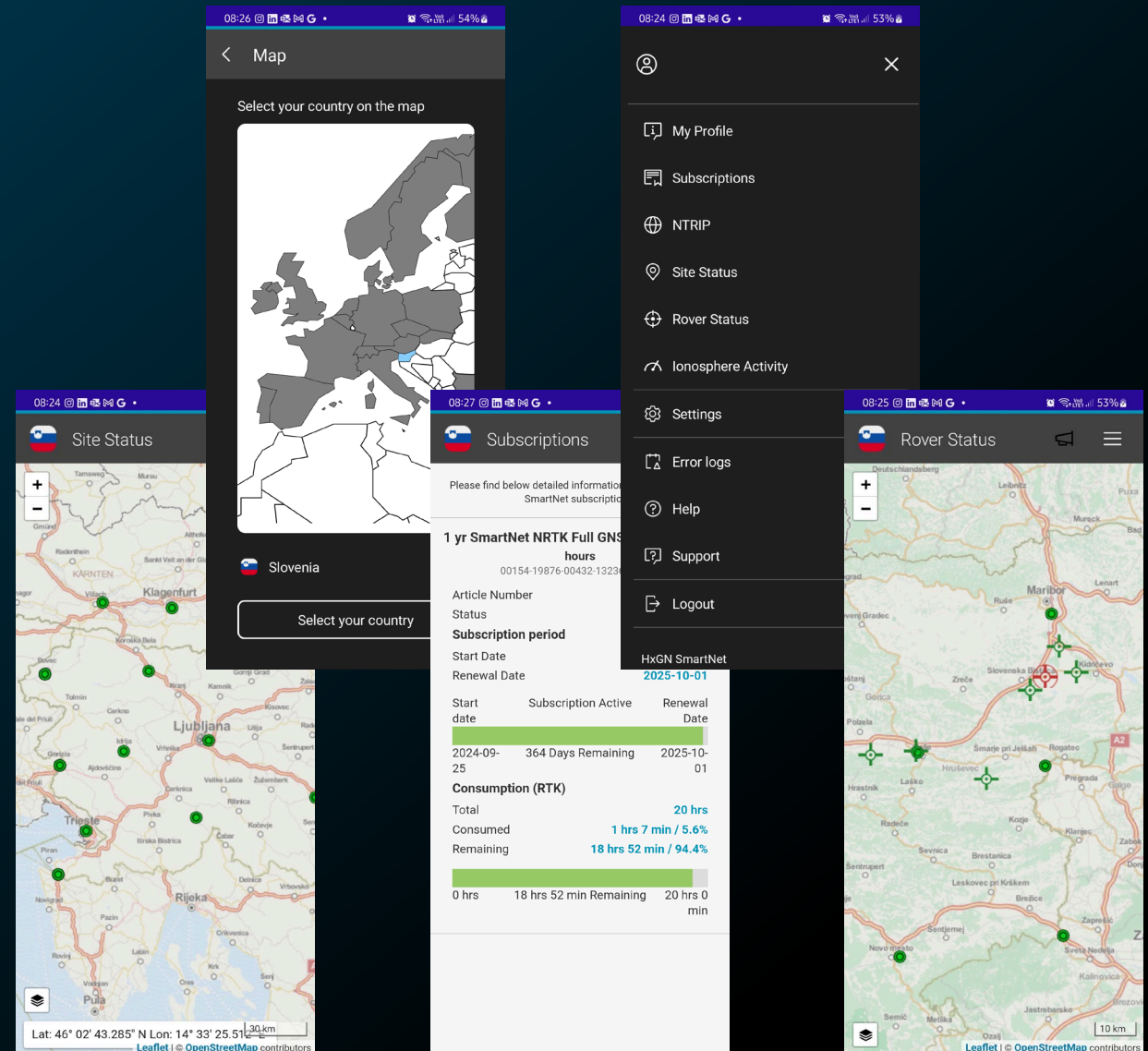


Uporabniška izkušnja

Mobilna aplikacija

Na voljo za Android in iOS

- Pregled naročniških razmerij in uporabniških podatkov
- Stanje GNSS-omrežja
- Pregled storitev in porabe
- Položaj in stanje GNSS-roverja, vključno s pregledom sporočil o napakah
- Stanje NTRIP strežnika
- Obveščanje uporabnikov (potisna sporočila)
- Tehnična podpora



Uporabniška izkušnja

Integracija v programsko opremo

Integracija v programsko opremo za obdelavo geodetskih opazovanj

- Prenos podatkov RINEX/Virtual RINEX neposredno v projekt
- Enostavna izbira referenčnih postaj
- Enostavna izbira časovnega intervala
- Samodejen prenos preciznih efemerid
- x-Pos API za razvijalce



Uporabniška izkušnja

Storitve z dodano vrednostjo

SmartPositioning

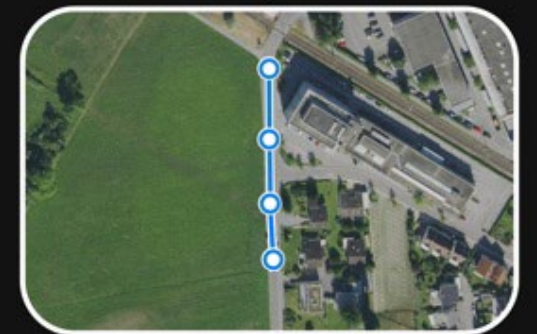
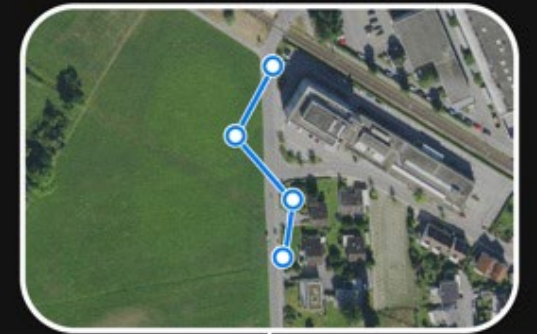
- Premošča težave, ko mobilno omrežje ni na voljo
- Naknadna obdelava opazovanj neposredno na izbranih platformah (Zeno Mobile, Zeno Mobile One)
- Pisarniška programska oprema ni potrebna
- Temelji na storitvi naknadne obdelave GNSS opazovanj v oblaku
- Na voljo v državah s SmartNet omrežjem
- Preprosto, kot je le mogoče



HxGN SmartNet

Smart Positioning

Automatically improve accuracy of points at the touch of a button.



HxGN SmartNet Global

HxGN SmartNet Global

Globalna pokritost



SmartNet
NRTK

SmartNet+

SmartNet
Pro

SmartNet
PPP

SmartNet PPP

Kako deluje

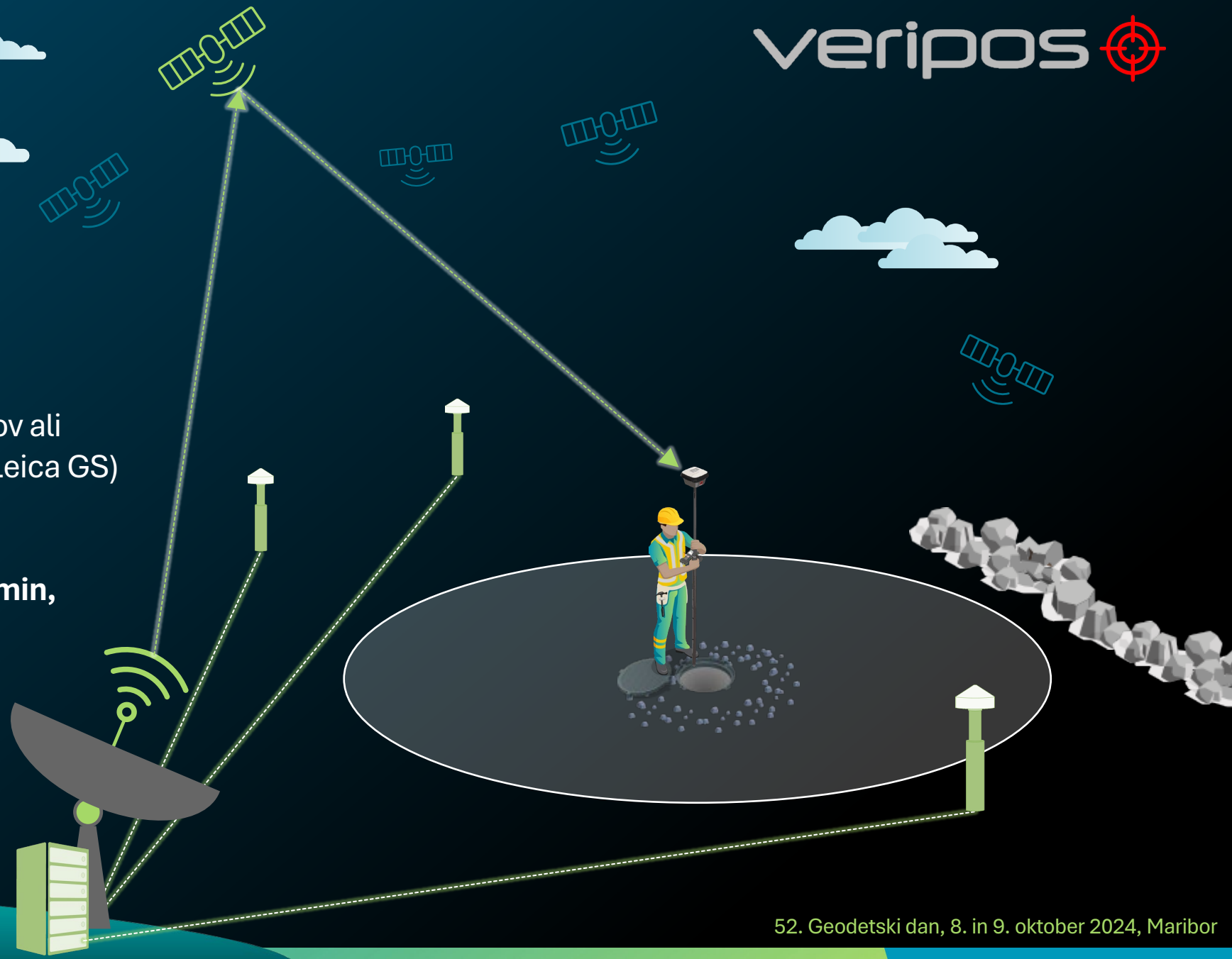
veripos 

Popravki iz

- geostacionarnih satelitov ali
- preko interneta (samo Leica GS)
- točnost 2.5 cm

Čas za konvergenco <10 min,
da se določijo

- pogreški satelitovih ur
- pogreški orbit
- bias



SmartNet PPP

Kako deluje

veripos 

- Globalno referenčno omrežje (~90 postaj)
 - Mrežna programska oprema
- Globalni ponudnik PPP popravkov

 NovAtel

- OEM GNSS moduli (Positioning Engine) združljivi s storitvami popravkov Veripos PPP
- Komerzialni ponudnik popravkov PPP

HxGN SmartNet

- Ponudnik popravkov PPP uporabnikom merske opreme Leica GNSS

HxGN SmartNet Global

Tehnične specifikacije

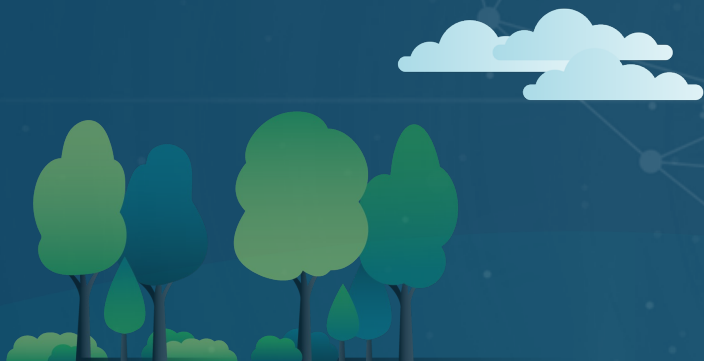
Tehnologije



	Mrežni RTK	RTK premoščanje	PPP
Hz točnost	0.8 cm	2.5 cm	2.5 cm
V točnost	1.5 cm	5 cm	5 cm
Čas za konvergenco	Trenutno	Trenutno	< 10 min
Ponovna konvergenca	Trenutno	Trenutno	< 1 min
Način dostopa	Mobilni internet	Mobilni internet L-Band	Mobile internet L-Band
Uporabniška izkušnja ob prekinitvah	-	+	+

HxGN SmartNet Global

Kako deluje



Geostacionarni satelit



10 min

PPP
preko L-Band

RTK premoščanje
preko L-Band

PPP preko
mobilnega interneta

Mrežni RTK

Regionalno GNSS-omrežje

Območje z
razpoložljivim
mobilnim internetom

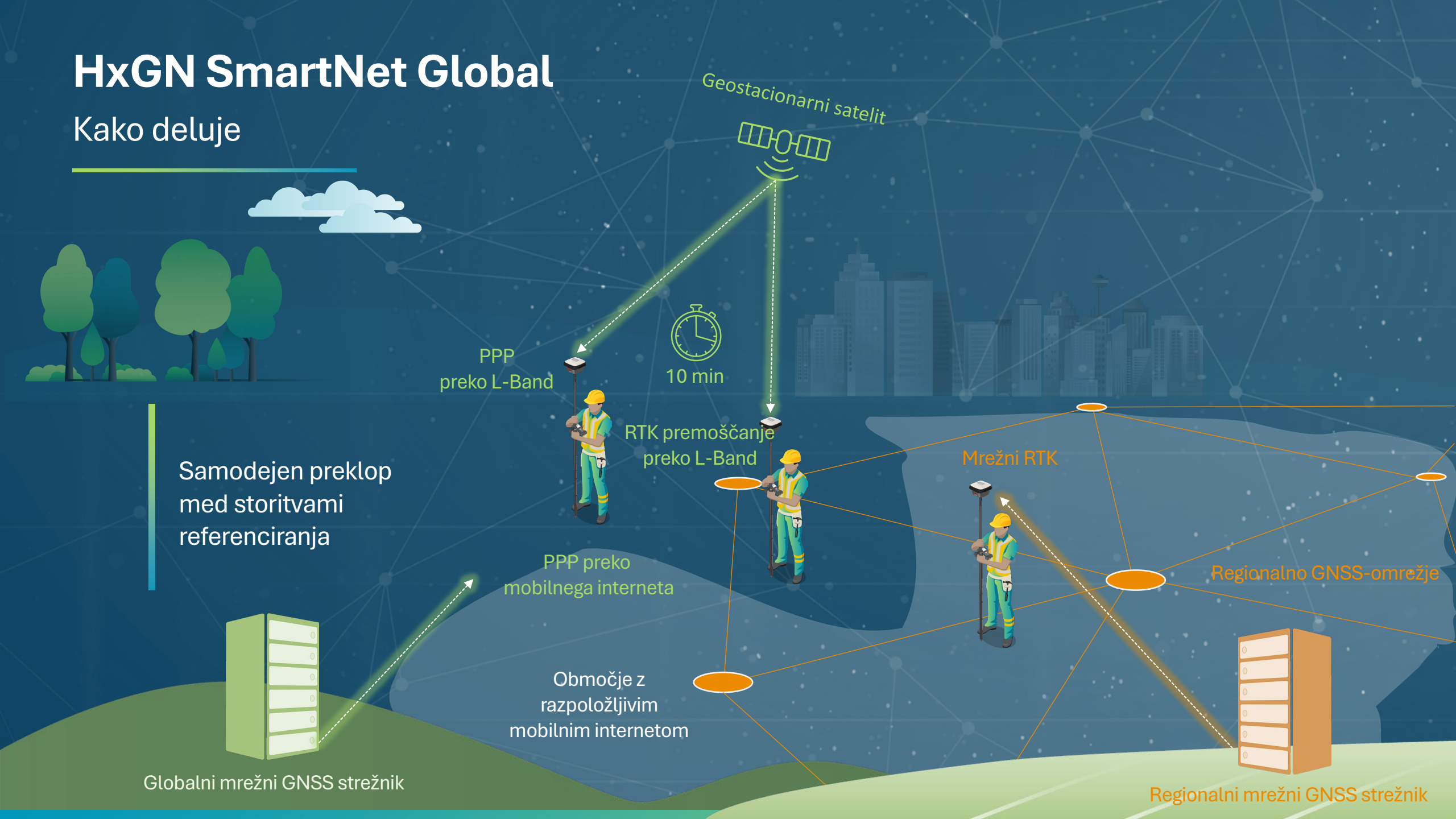
Samodejen preklap
med storitvami
referenciranja



Globalni mrežni GNSS strežnik




Regionalni mrežni GNSS strežnik



HxGN SmartNet Global

Storitve

				
Network RTK	✓	✓		✓
RTK bridging	✓	✓	✓	
PPP	✓		✓	
Podprte naprave	Leica GS roverji		Leica GS roverji Leica iCON roverji Leica Zeno roverji	Vsi GNSS-sprejemniki

Primeri uporabe

HxGN SmartNet

Aplikacije in tržna področja



Geodetska
izmera



Precizno
kmetijstvo



Vodenje strojev,
gradbeništvo



GIS



Javna
infrastruktura



Brezpilotni
zrakoplovi



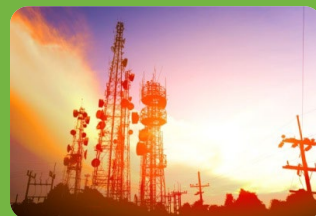
Avtomobilska
industrija



Kmetijstvo



Logistika



Telekomunikacije



Upravljanje
infrastrukture



Internet
stvari (IoT)

Geodezija

Izzivi kot odgovor na naraščajoče izzive

Točnost ostaja ključen parameter

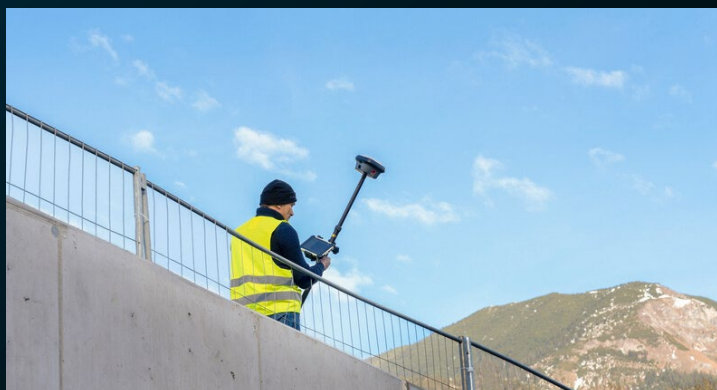
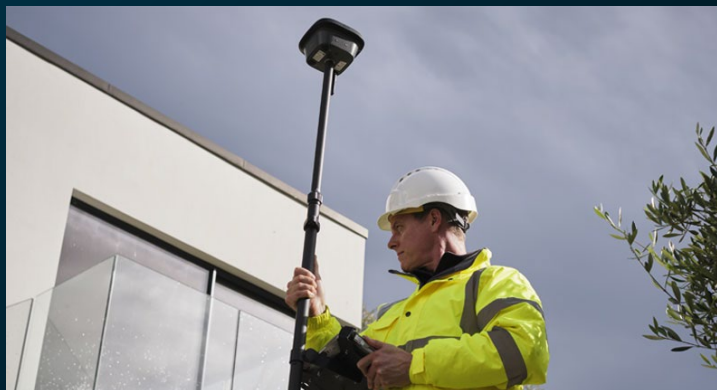
- Mednarodni standardi (RTCM)
- Upravljanje s koordinatnimi sistemi pri delu preko državnih meja

Pomanjkanje delovne sile

- Opraviti več z manj ljudmi → učinkovitost
- Izobrazba → Razumevanje tehnologije
- Izzivi pri naknadni obdelavi opazovanj

Neprekinjeno delovanje

- 24/7
- Učinkovitost na terenu
- Ravno pravi čas
- Opazovanje premikov in deformacij



Brezpilotni letalniki

Uvajanje tehnologije zajema iz zraka v naši stroki

Večja potreba po RTK na letalnikih

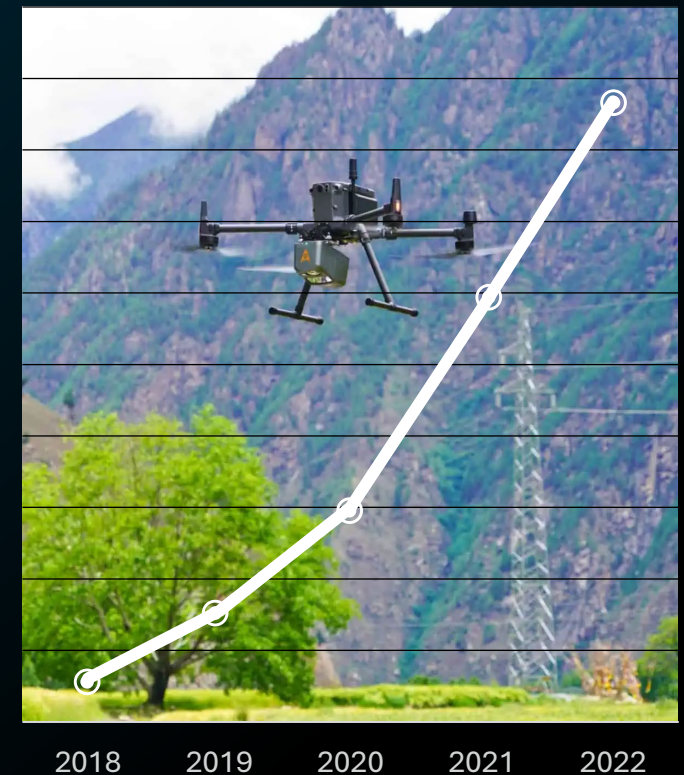
- Ni potrebe po oslonilnih točkah (večja učinkovitost na terenu)
- Ni potrebe po lokalni referenčni postaji (manj stroškov)
- Hitrejša obdelava podatkov v pisarni
- Izboljšana navigacija letalnika

Kdo usmerja trend

- Zmogljiva programska oprema in delovni postopki za obdelavo slik
- Potreba po skrajšanju časa na terenu
- Udobje izven pisarne (“da si ne umažeš čevljev”)

Z GNSS natančno geo-referencirane slike so ključne za poenostavitev prenosa podatkov iz brezpilotnega letalnika v digitalni 3D model.

Število UAV uporabnikov
HxGN SmartNet



Vodenje gradbenih strojev

GNSS-omrežja zmanjšujejo tveganja na projektih



- Točnost v realnem času
- Vodenje vsakovrstnih gradbenih strojev
- Varnost referenčne postaje
- Brez najšibkejšega člena
- Točnost in stabilnost koordinat
- Brez prekinitev 24/7

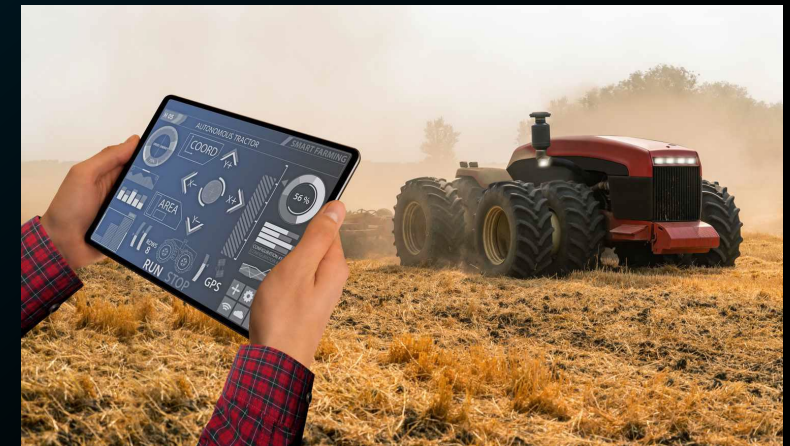


Precizno kmetovanje

Učinkovita raba virov za trajnostni razvoj



- Dela, kadar vi delate
- Združljiv z vsemi stroji
- Zahteva se visoka točnost (2.5 cm)
- Zahteva se ponovljivost
- Kratek čas za uvedbo tehnologije



Upravljanje s snegom

Učinkovitost v hitro spreminjajočih se pogojih



- Sneg je dragocena surovina, še posebej tehnični sneg
- Smučarska središča se zanašajo na sodobno GNSS-tehnologijo za učinkovito upravljanje in urejanje smučišč



- Merjenje debeline snežne odeje s centimetrsko točnostjo
- Enakomerna debelina snežne odeje pri urejanju prog
- Omogoča optimalno vodenje teptalnikov snega glede na model terena

Avtomobilska industrija

Električni dirkalniki

HxGN SmartNet sponzorira nemško študentsko formulo Visoke šole DHBW Stuttgart za spodbujanje nadaljnjih inovacij na področju električne mobilnosti in avtonomne vožnje.



Uporaba SmartNet korekcijskih storitev s sistemom NovAtel GNSS in inercialnimi merilnimi sistemi za:

- izboljšanje zmogljivosti vozila na podlagi odstopanja od optimalne linije,
- absolutno pozicioniranje na dirkališču,
- nujno zaviranje (redundanca),
- nastavitev sistemov dirkalnika.



**Hvala za vašo
pozornost**