

Trendi komunikacijskih tehnologij za pametna omrežja

Andrej Ciglič, Produktni Arhitekt
Tomaž Dostal, Vodja sektorja Inovacije



Komunikacijske tehnologije v pametnih omrežjih

Žična komunikacijska omrežja

Ethernet omrežne tehnologije

Ethernet 
Fiber Optics (P2P, xPON) 

Brezžična komunikacijska omrežja

Managed mobile network infrastructure

2G 3G 4G LTE Cat1 bis
LTE-M 5G
NB-IoT 

Power Line Communication

S-FSK

G3-PLC
Alliance

PRIME
ALLIANCE

G3-Hybrid

HYBRID
PRIME

Unmanaged wireless network infrastructure

Wi SUN Alliance

LoRa™

dect 



Podatkovna obremenitev električnih števec

Pametni števc

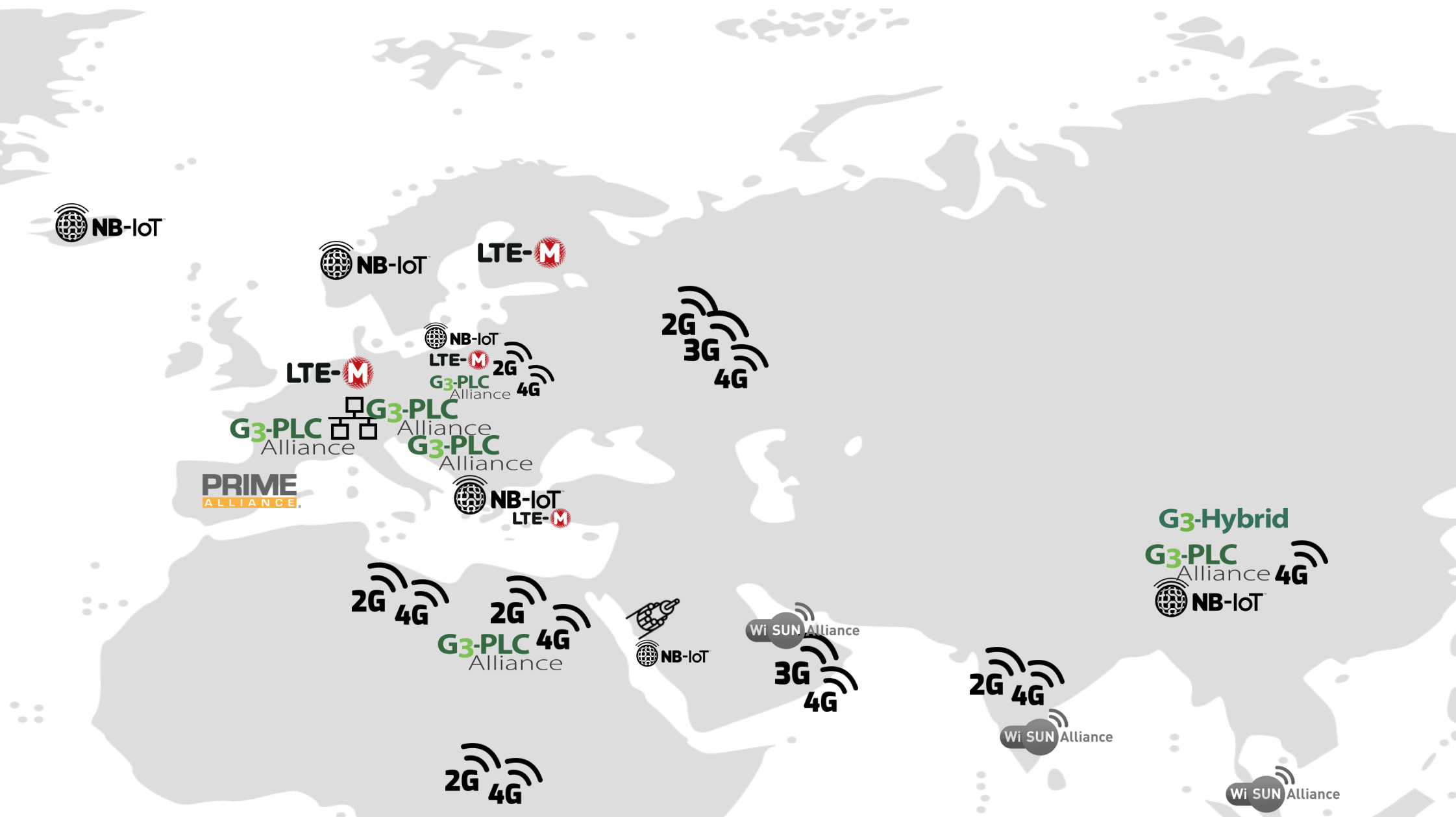
- $\approx 2\text{-}5\text{MB}/\text{Števec}/\text{Mesec}$
- Konica podatkovne širine $\approx 100\text{kb/s}$
- Primarno „Uplink“, „Downlink“ za „Branje na zahtevo“ in nadgradnjo Firmware
- Komunikacijska odzivnost $\approx 2\text{-}10\text{s}$

Števci za industrijsko in komercialno uporabo

- $\approx 10\text{-}20\text{MB}/\text{Števec}/\text{Mesec}$
- Konica podatkovne širine $\approx 1000\text{kb/s}$
- Primarno „Uplink“, „Downlink“ za „Branje na zahtevo“ in nadgradnjo Firmware
- Komunikacijska odzivnost $\approx 0,5\text{-}1\text{s}$

Electricity
meters

Uporaba komunikacijskih tehnologij





Uporaba Frekvenčnih Pasov (LTE)

Band	Duplex Mode	Frekvenc a
B1	FDD	2100MHz
B2	FDD	1900MHz
B3	FDD	1800MHz
B4	FDD	1700MHz
B5	FDD	850MHz
B7	FDD	2600MHz
B8	FDD	2100MHz
B12	FDD	700MHz
B13	FDD	700MHz

Band	Duplex Mode	Frekvenc a
B18	FDD	850MHz
B19	FDD	850MHz
B20	FDD	800MHz
B25	FDD	1900MHz
B26	FDD	850MHz
B28	FDD	700MHz
B66	FDD	1700MHz

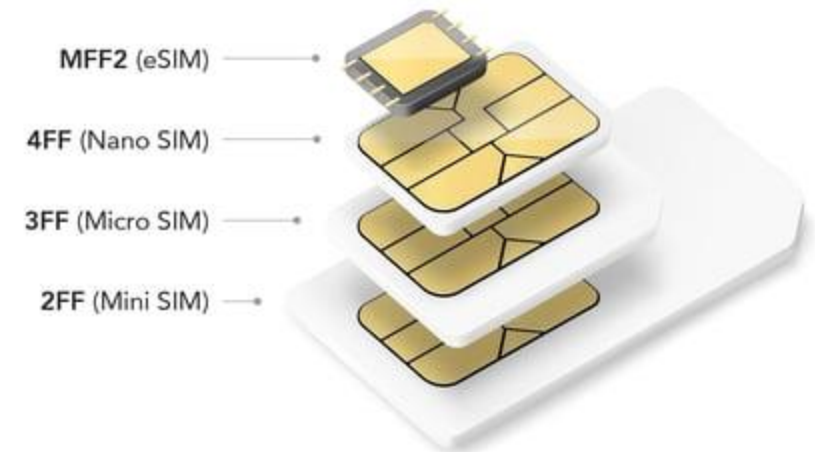
Band	Duplex Mode	Frekvenc a
B72	FDD	450MHz



eSIM/iSIM, eUICC

- GSMA Remote Provisioning Architecture for **Embedded Universal Integrated Circuit Card**
- GSMA SGP.02
 - Izdano Maj, 2016
- GSMA SGP.32
 - Izdano Maj, 2023

Mobilna
podatkovna
omrežja





Projekt PAKT. Izkušnje

Opis projekta

Cilji: Primerjava performanc različnih komunikacijskih tehnologij

- LTE Cat-1/GPRS
- G3-PLC
- NB-IoT/Cat-M1

Use case-i performance:

- SLA
- „Demand-response“ performance
- Upgrade števecv
- On-demand branje
- Menjava modema vs. menjava števca

Kazalci performance:

- Odzivni čas
- Uspešnost
- Strošek menjave modema vs. menjave števca (TCO)
- Drugi glede na rezultate

Potrebe glede na tehnologijo:

G3-PLC:

- Gostota dovolj dobra za delovanje G3-PLC
- Znotraj ene TP
- V TP vgrajen DC (AC750)

NB-IoT:

- Števci na robu celice

LTE Cat-1:

- Razporejeni po celem področju celice

AMI splošno:

- HES (SEP2W) v IE

Pilotni okolji:

Mestni pilot (48 števecv):

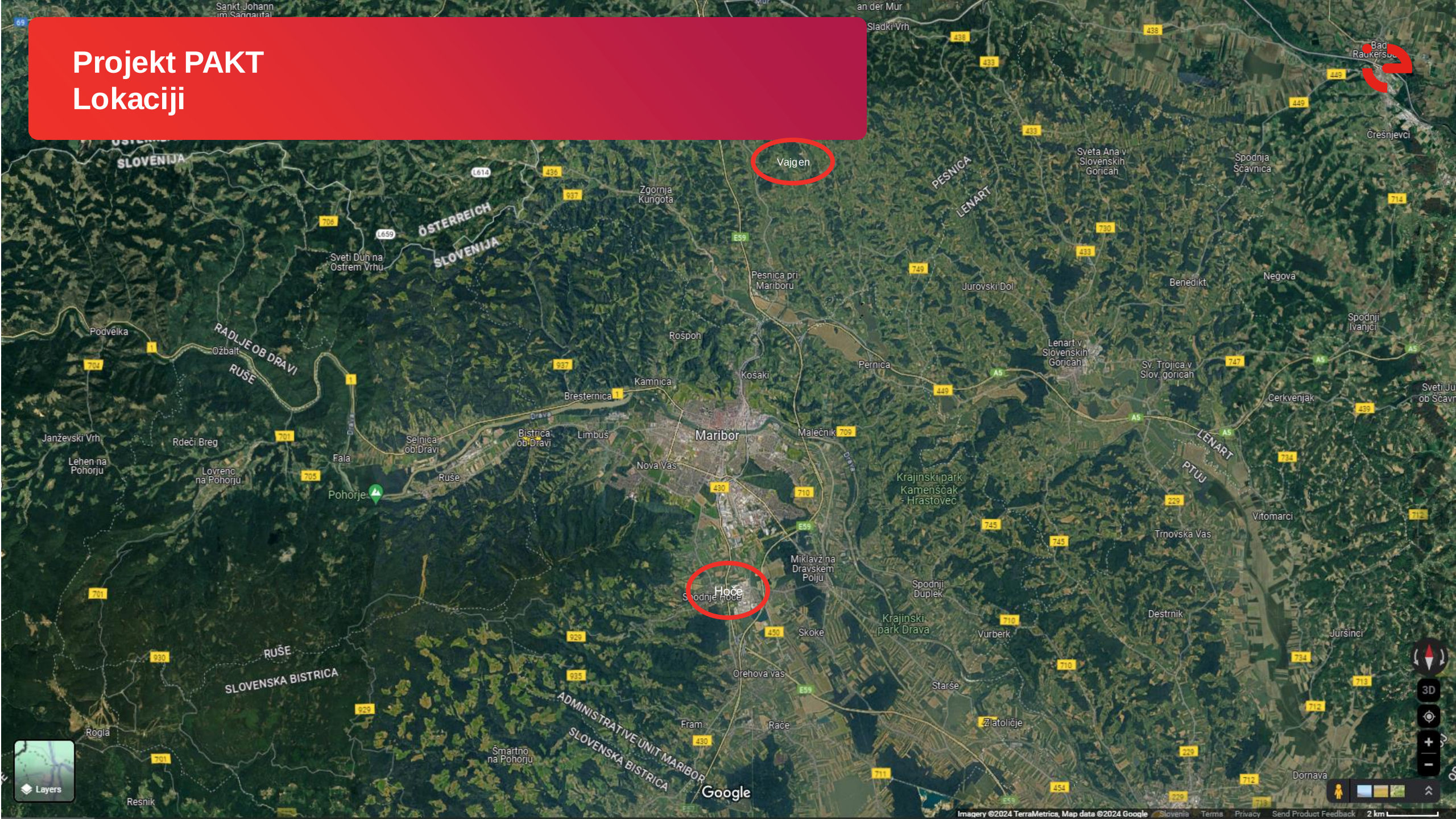
- Hoče, razpršeno po naselju
- Vse komunikacije
- Industrijski objekti (~10)
- Zasebni objekti (ostalo)

Podeželski pilot (26 števecv):

- Vajgen (Slovenske Gorice) – hribovito
- Vse komunikacije
- Razpršeno vgrajeni števci
- Zasebni
- 1 industrija (vodno zajetje)

Projekt PAKT

Lokaciji





Povzetek

Zaključki:

- LTE Cat-1 **najboljša** in najbolj **zrela**
- Cat-M1 in NB-IoT **boljša** od 2G
- NB-IoT **OK za push** (terminal do sistema), **slabši za pull** (sistem do terminala), vendar dovolj **dober za AMI**
- G3PLC **zadovoljiva** za **AMI** potrebe, **vprašljivo** za bolj **dinamično** komunikacijo
- **MTC** tehnologije še **niso optimizirane**
- **MTC občutljivost** močno odvisna od kvalitete terminala

	Accessibility	Success Rate	Timings
G3-PLC	2	5	5
2G	1	4	2
LTE	2	1	1
NB IoT	1	3	4
LTE Cat M1	1	2	3

1 – bolj primerno
5 – manj primerno

KPI – Úspěšnost



		Pull				Push			
		TCP		UDP		UDP			
	G3PLC	GPRS	Cat-1	NB-IoT	Cat-M1	GPRS	Cat-1	NB-IoT	Cat-M1
All	89.80%	91.47%	98.99%	95.26%	96.33%	93.62%	99.10%	99.77%	98.95%
Hoče	84.44%	94.58%	99.32%	93.60%	96.72%	95.37%	99.09%	99.88%	98.75%
Vaigen	99.20%	85.82%	98.45%	98.44%	95.69%	90.49%	99.11%	99.56%	99.27%

KPI – Hitrost

FW upgrade [h:min:ss]									
	All			Hoče			Vajgen		
	Min	Average	Max	Min	Average	Max	Min	Average	Max
G3-PLC		02:02:21			02:28:00			01:15:00	
2G	00:03:15	00:04:01	00:04:59	00:03:28	00:04:25	00:05:31	00:02:50	00:03:17	00:04:01
LTE Cat 1	00:01:21	00:01:49	00:03:31	00:01:21	00:01:50	00:03:31	00:01:28	00:01:49	00:02:24
NB IoT	00:13:56	00:57:41	01:50:23	00:13:56	01:08:08	01:50:23	00:15:12	00:36:45	00:47:39
LTE Cat M1 UDP	00:04:33	00:09:05	00:26:28	00:04:33	00:09:05	00:26:28	00:04:36	00:09:09	00:26:28
LTE Cat M1 TCP	00:03:09	00:07:47	00:13:56	00:03:12	00:07:22	00:13:56	00:03:09	00:08:28	00:12:49

Read statistics [s]									
	All			Hoče			Vajgen		
	Min	Average	Max	Min	Average	Max	Min	Average	Max
2G	7.2	14.2	519.1	0.2	17.8	519.1	0.2	7.9	491.9
LTE Cat 1	0.2	1.0	27.3	0.2	1.2	27.3	0.2	0.8	12.3
NB IoT	0.4	15.9	214.9	0.4	19.0	214.9	0.4	10.0	147.7
LTE Cat M1 UDP	0.2	5.1	491.9	0.2	6.0	491.9	1.3	8.3	371.7
LTE Cat M1 TCP	0.5	3.9	483.2	0.5	3.6	123.4	0.5	4.4	483.2



Komunikacijske tehnologije glede na uporabo

Uporaba	Zahteve	Tip prenosa	G3-PLC	2G	LTE	NB IoT	LTE Cat M1
AMI 2020	Billing, Load profile 15 min, občasen on-demand	Pull/Push*	1	1	1	1	1
Observabilnost	Nepopolni podatki v realnem času	Push	3	2	1	1	1
Grid Flexibility	DDLm	Pull (broadcast) Push	2	2	1	4	2
Grid Management	Celoviti podatki, dvosmerna komunikacija v realnem času	Pull/Push	5	2	1	4	2

1 – bolj primerno
5 – manj primerno

Hvala za pozornost!

