



NOVÉ TECHNOLOGIE  
VÝZKUMNÉ CENTRUM  
ZÁPADOČESKÉ  
UNIVERZITY  
V PLZNI

*Výzkum pro váš úspěch*

# Teplotní monitoring osob pro účely monitorování průběhu epidemie

---

M. Honner, J. Těsař, L. Muzika, J. Skála, T. Kohlschütter,  
M. Švantner, V. Lang, P. Pazdiora

# 1. PROJEKT BETERKA

- ▶ projekt BETERKA -  
Bezpečnostní výzkum pro  
účinné využití termokamer v  
případě epidemických hrozeb a  
krizových situací
  - ▶ výzva MVČR
  - ▶ příprava na budoucí epidemické situace
  - ▶ **nástroje k zajištění zdravotní  
bezpečnosti**
- ▶ Klíčová aktivita 2 -  
Termodiagnostika pro včasné  
varování a monitorování  
průběhu epidemie

Výzva MVČR

Naše řešení pro epidemiology a členy krizových orgánů

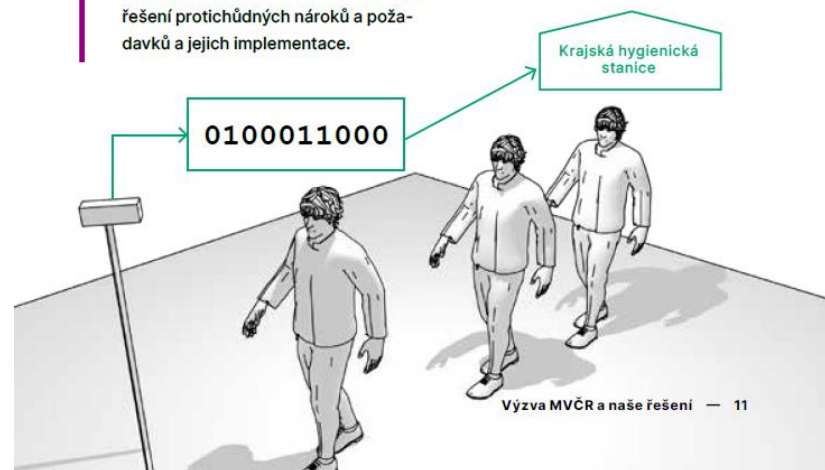
**Podpora specifických oblastí bezpečnosti**

(2) **Termodiagnostika pro včasné varování a monitorování průběhu epidemie**

Priorita 3  
Krizové řízení a bezpečnostní politika - dílčí cíl b)

Podpora specifických oblastí bezpečnosti - vytvořit a rozvíjet nástroje k zajištění zdravotní bezpečnosti. K dosažení tohoto cíle je nezbytné vypracovat modely pro analýzu a řízení specifických mikrobiologických rizik, vytvořit systém indikátorů včasného varování při vzniku zdravotních krizí i jejich sledování, vyhodnotit stav preventivních a mitigačních nástrojů, včetně krizových plánů, a navrhnout jejich úpravu. Součástí je také tvorba rozhodovacích modelů pro řešení protichůdných nároků a požadavků a jejich implementace.

Cílem je ověřit hypotézu termodiagnostického monitorování epidemie prostřednictvím anonymního sledování počtu procházejících osob a jejich teplot v určité lokalitě.



# 2. TERMODIAGNOSTICKÉ ŘEŠENÍ

- ▶ pro monitoring epidemie popř. včasné varování
- ▶ **informace o počtu a teplotním rozložení osob**
  - ▶ v určitém čase
  - ▶ v určité lokalitě
- ▶ dříve než přijdou k lékaři nebo na testovací místo
- ▶ předpoklad korelace s výskytem nákazy a onemocnění

Výzva MVČR

Naše řešení pro epidemiology a členy krizových orgánů

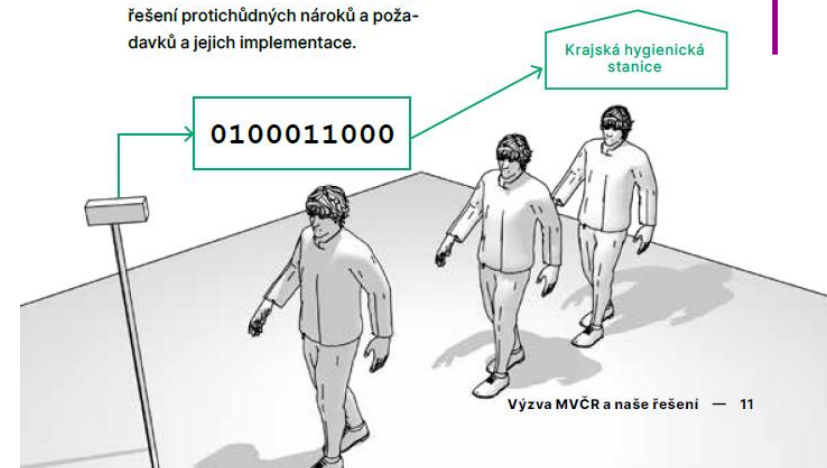
**Podpora specifických oblastí bezpečnosti**

(2) **Termodiagnostika pro včasné varování a monitorování průběhu epidemie**

Priorita 3  
Krizové řízení a bezpečnostní politika - dílčí cíl b)

Podpora specifických oblastí bezpečnosti - vytvořit a rozvíjet nástroje k zajištění zdravotní bezpečnosti. K dosažení tohoto cíle je nezbytné vypracovat modely pro analýzu a řízení specifických mikrobiologických rizik, vytvořit systém indikátorů včasného varování při vzniku zdravotních krizí i jejich sledování, vyhodnotit stav preventivních a mitigačních nástrojů, včetně krizových plánů, a navrhnout jejich úpravu. Součástí je také tvorba rozhodovacích modelů pro řešení protichůdných nároků a požadavků a jejich implementace.

Cílem je ověřit hypotézu termodiagnostického monitorování epidemie prostřednictvím anonymního sledování počtu procházejících osob a jejich teplot v určité lokalitě.



- ▶ statisticky významný počet osob
- ▶ volný průchod - fyzicky i mentálně
- ▶ možnost instalace vhodného měřicího systému (termokamera)
  - ▶ technicky
  - ▶ organizačně

## ▶ **Charakteristická místa**

- ▶ Lékárna
- ▶ Zdravotnické zařízení
- ▶ Škola
- ▶ Úřad
- ▶ Firma
- ▶ Obchod
- ▶ Dopravní terminál

## ▶ odlišná skupina osob

- ▶ (ne)opakující se každý den ?
- ▶ věkové složení ?
- ▶ když bude vnímat nákazu, půjde tam ?

# 4. TERMOKAMEROVÉ MĚŘENÍ

## ► Princip měření

- bezkontaktní měření teploty (termokamera)
- oblast obličeje



## ► Nepoužili jsme nejvhodnější řešení pro určení tělesné teploty

- dostatečné rozlišení - koutek oka
- spolupráce měřené osoby - ustálení na pokojové teplotě, bez brýlí, ...



## ► Průchozí termokamera

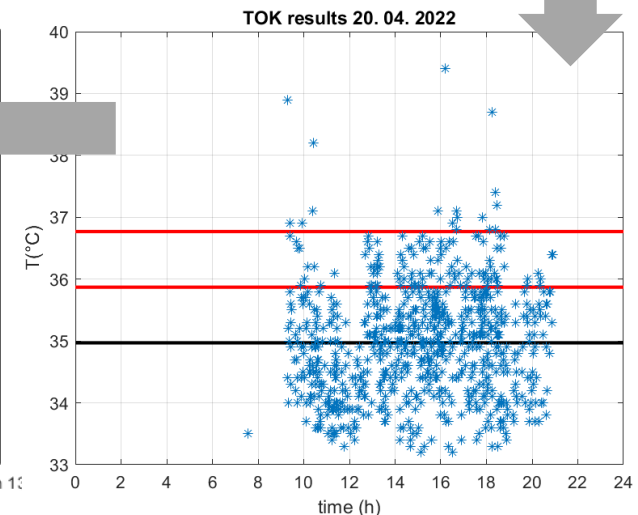
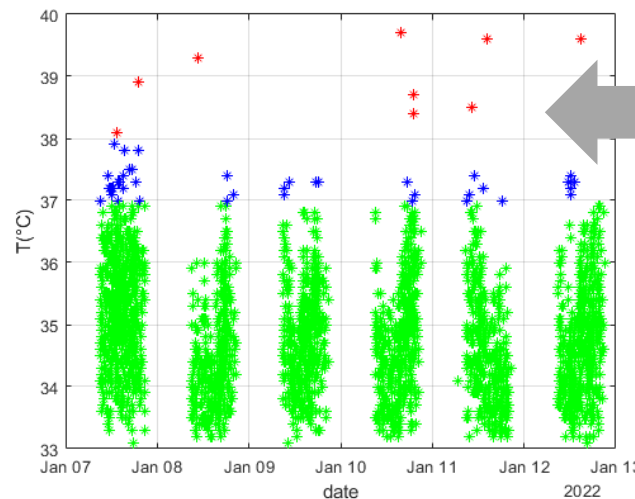
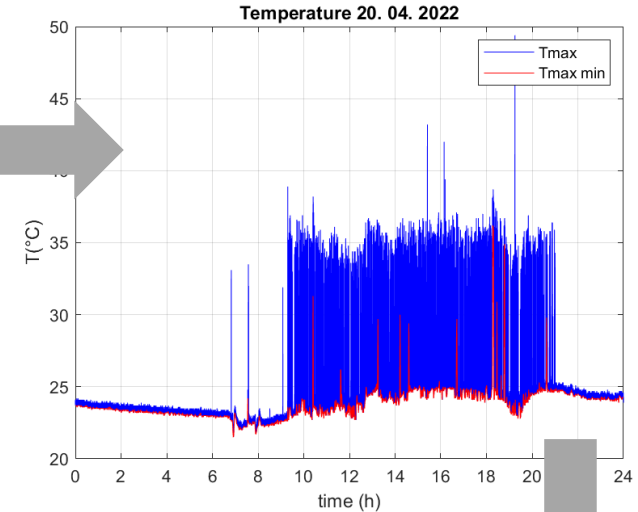
- měřená osoba nevnímá, že je měřena
- větší vzdálenost - horší parametry určení teploty

## ► Ale maximum pro daný účel

- měření na odchodu
- instalace uvnitř budov

## ► Postup

- termogramy měřených osob
- filtr - korektní měření
- maximální teplota obličej
- korekce na tělesnou teplotu
- pásma
  - - 37 °C
  - 37-38 °C
  - 38 + °C
- denní a týdenní souhrny

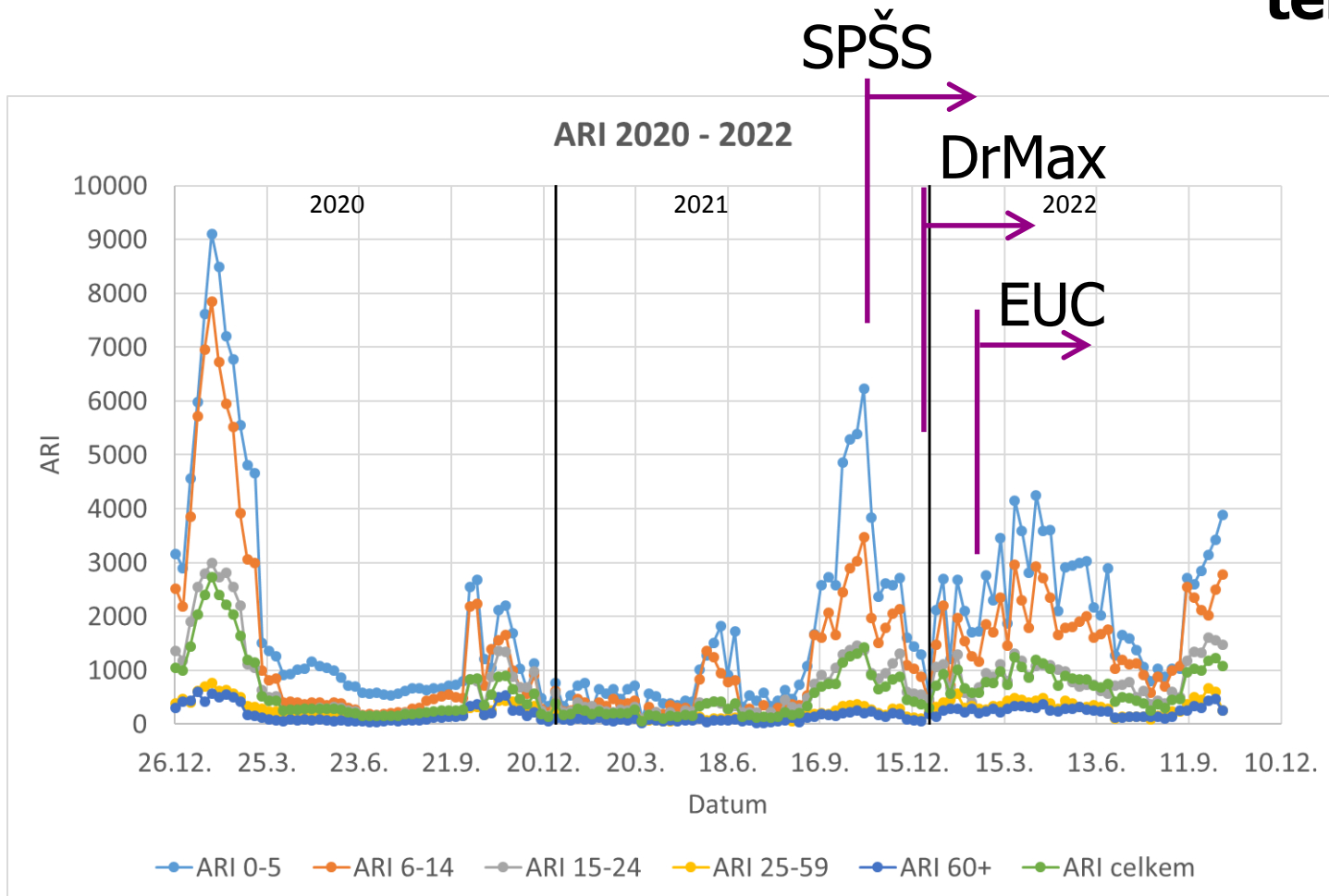


# 6. MĚŘENÝ VZOREK OSOB

- ▶ lokalita Plzeň město
- ▶ data ARI, COVID+

## Data z termokamer

- ▶ průměr 300-700 snímků za den z jednoho místa
- ▶ celkem přes 420 tis. snímků



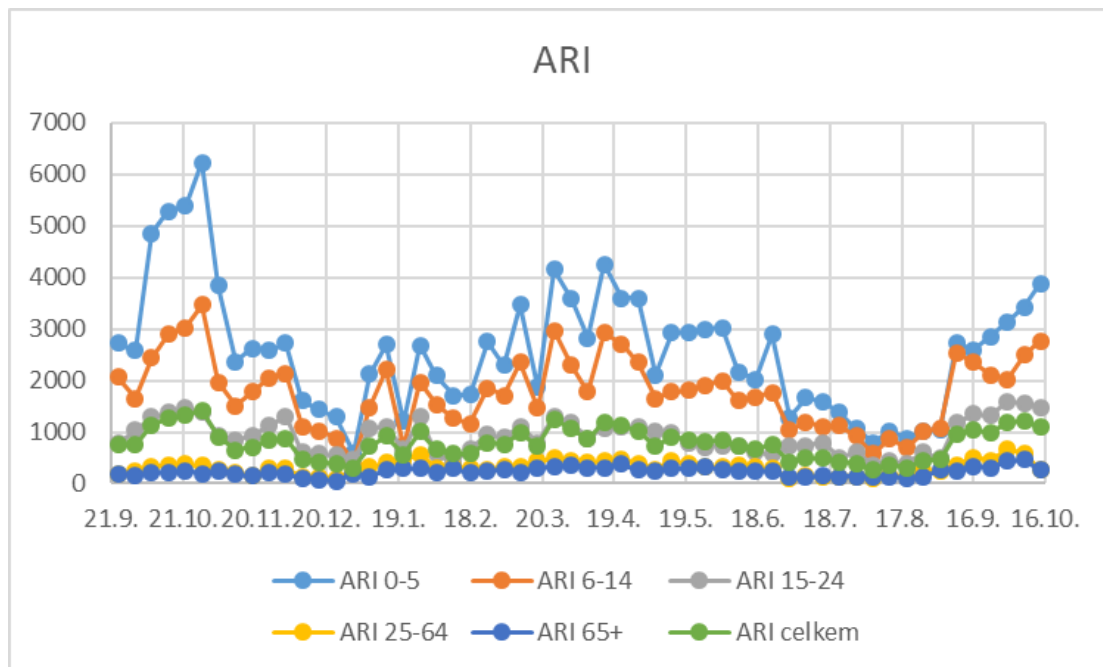
**Období  
"pořád se  
něco děje"**

# 7. ARI - VĚKOVÉ SKUPINY

## ► Korelace ARI mezi věkovými skupinami ?

**ANO**

► subjektivně i objektivně



	0 - 5 let	6 - 14 let	15 - 24 let	25 - 64 let	65+ let
0 - 5 let	1.000	0.938	0.767	0.518	0.428
6 - 14 let	0.938	1.000	0.827	0.612	0.529
15 - 24 let	0.767	0.827	1.000	0.699	0.533
25 - 64 let	0.518	0.612	0.699	1.000	0.909
65+ let	0.428	0.529	0.533	0.909	1.000
celkem	0.932	0.962	0.892	0.767	0.661



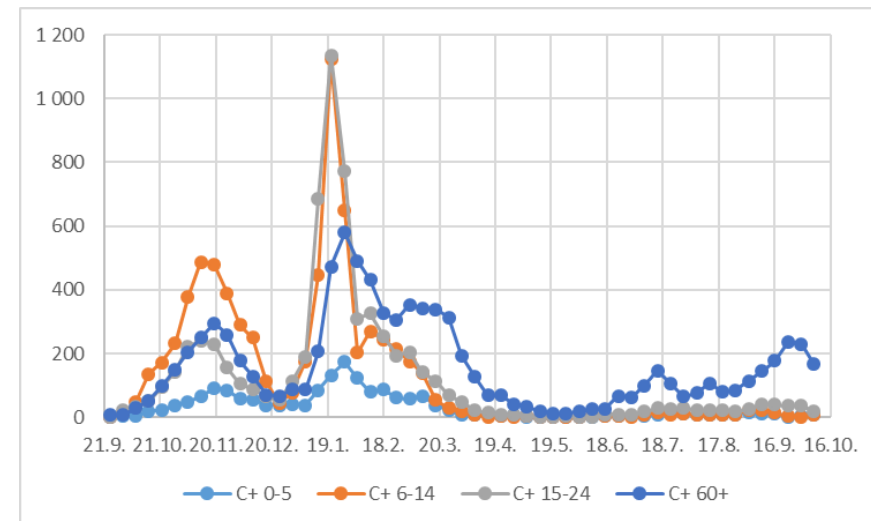
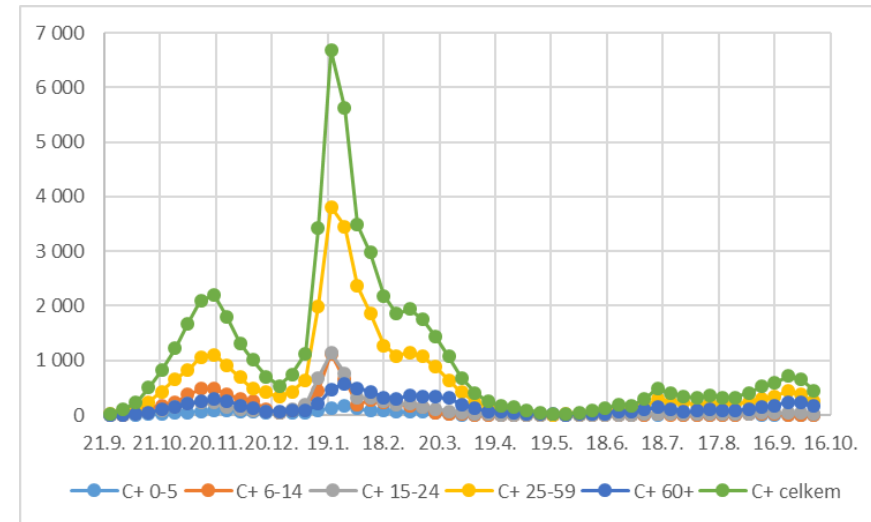
# 8. COVID+ - VĚKOVÉ SKUPINY

## ► Korelace COVID+ mezi věkovými skupinami ?

**ANO**

► subjektivně i objektivně

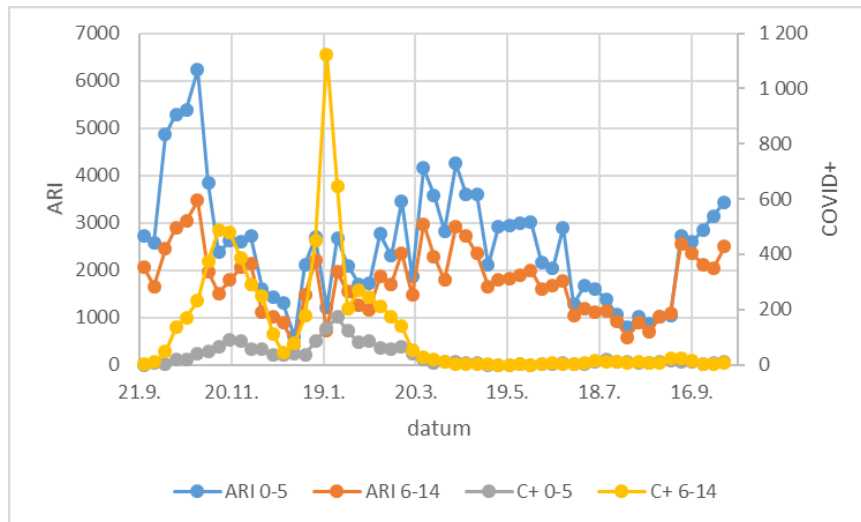
	0 - 5 let	6 - 14 let	15 - 24 let	25 - 59 let	60+ let
0 - 5 let	1.000	0.856	0.846	0.932	0.850
6 - 14 let	0.856	1.000	0.917	0.870	0.663
15 - 24 let	0.846	0.917	1.000	0.950	0.714
25 - 59 let	0.932	0.870	0.950	1.000	0.874
60+ let	0.850	0.663	0.714	0.874	1.000
celkem	0.937	0.909	0.962	0.996	0.862



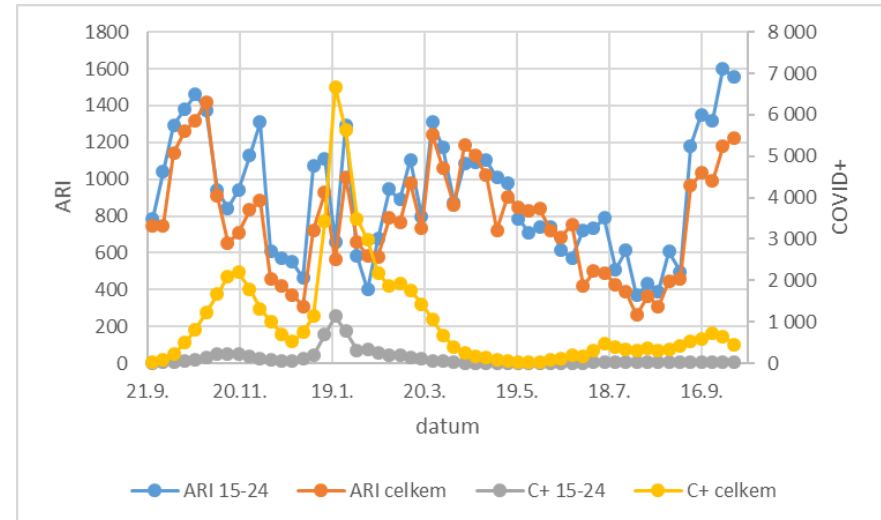
# 9. ARI v. COVID+

## ► Souvislost mezi ARI a COVID+ ? NE

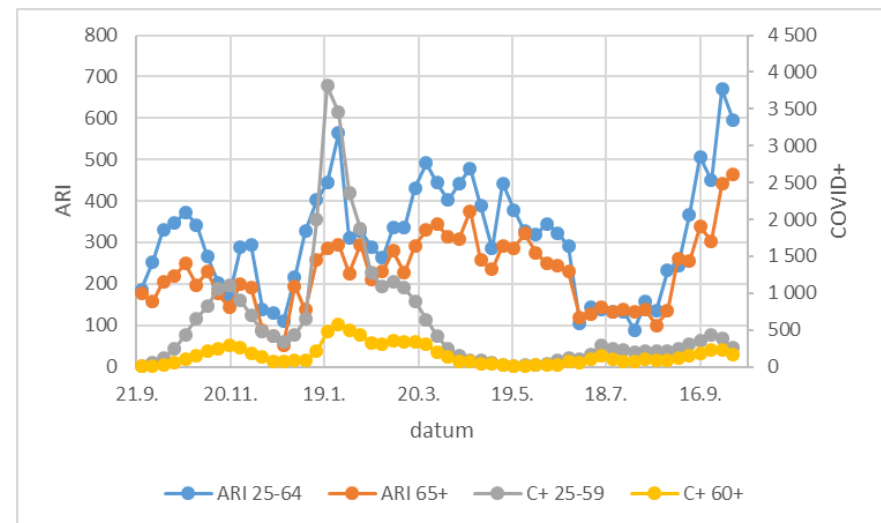
0-5 let, 6-14 let



15 – 24 let, celkem



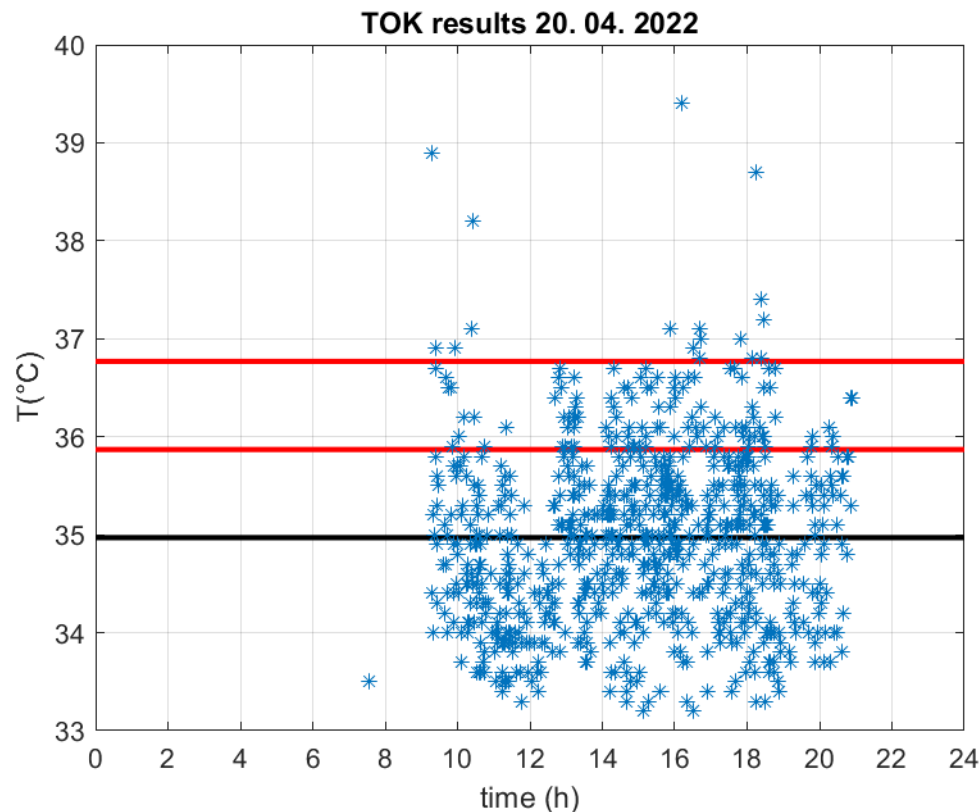
25 – 59/64 let, 60+/65+



ARI/COVID	0 - 5 let	6 - 14 let	15 - 24 let	25 - 59 let	60+ let	celkem
0 - 5 let	-0.097	-0.021	-0.095	-0.102	-0.057	-0.087
6 - 14 let	-0.098	-0.075	-0.113	-0.101	-0.011	-0.093
15 - 24 let	-0.006	0.051	0.014	0.010	0.107	0.027
25 - 59 let	0.097	0.090	0.221	0.238	0.308	0.225
65+ let	-0.039	-0.041	0.085	0.109	0.234	0.095
celkem	-0.046	-0.002	-0.013	-0.008	0.073	-0.001

## ► Příklad lékárna

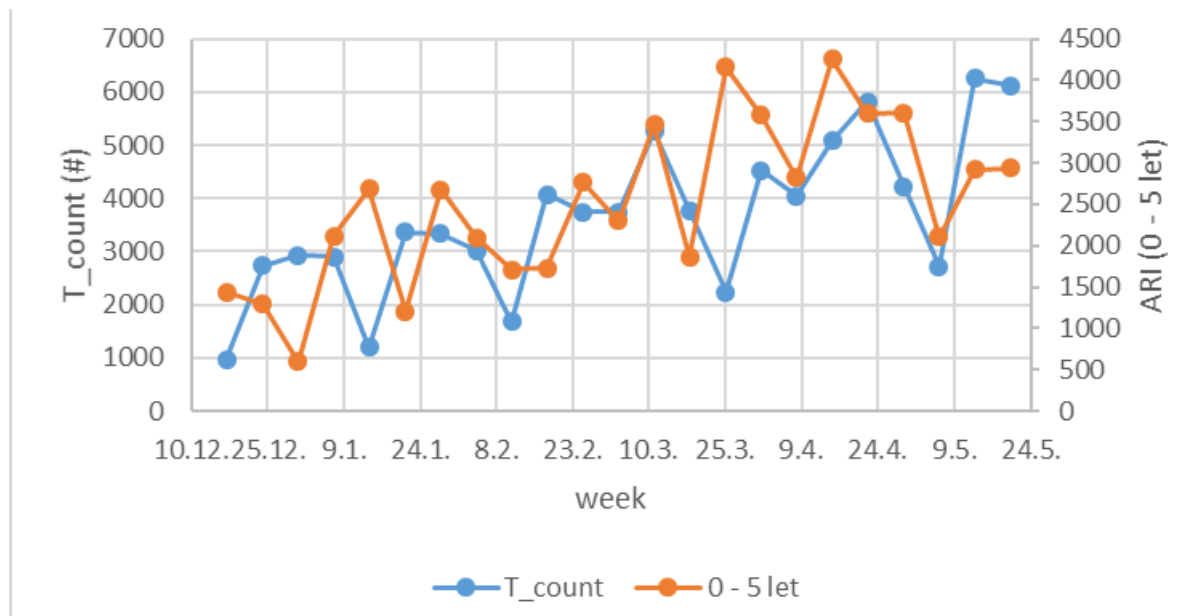
- osoby se zvýšenou teplotou
- chodí i s teplotou nad 38 °C
- v zobrazený den ráno a pak odpoledne
- v měsíčním souhrnu rovnoměrné rozložení během dne



## ► Příklad lékárna

- počet osob
- nejvyšší korelace s ARI - věkové skupiny 0 – 5 let a 65+

		0 - 5 let	6 - 14 let	15 - 24 let	25 - 64 let	65+ let	celkem
T_count	počet	0.490	0.374	0.294	0.403	0.468	0.452



## Hypotéza

- Souvislost mezi ARI, COVID+ a počtem lidí, kteří přišli do lékárny?

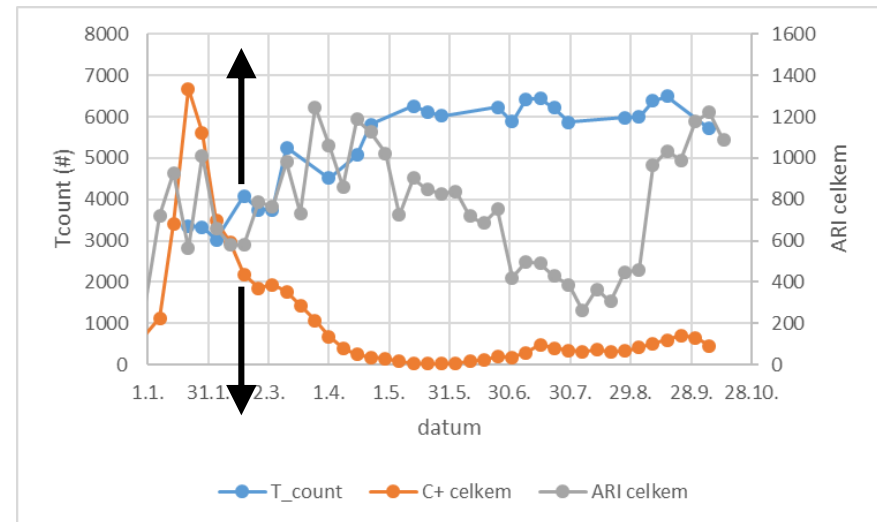
**ARI NE**

**COVID+ ANO**

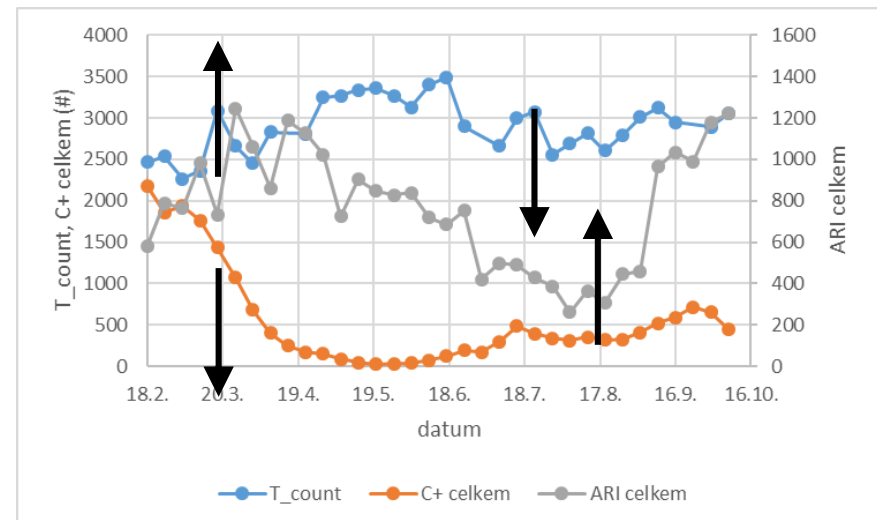
?

- Proč nárůst COVID+, pokles návštěva lékáren ?

Lékárna  
Dr. Max



EUC  
klinika



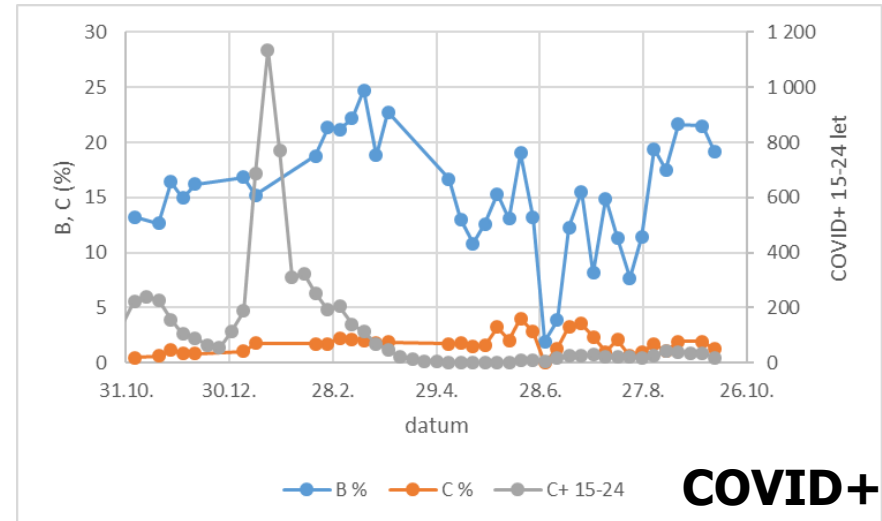
## Hypotéza

- **Souvislost mezi ARI, COVID+ a relativním počtem osob se zvýšenou teplotou (37-38 °C) a horečkou (38+ °C) na odchodu ze školy?**

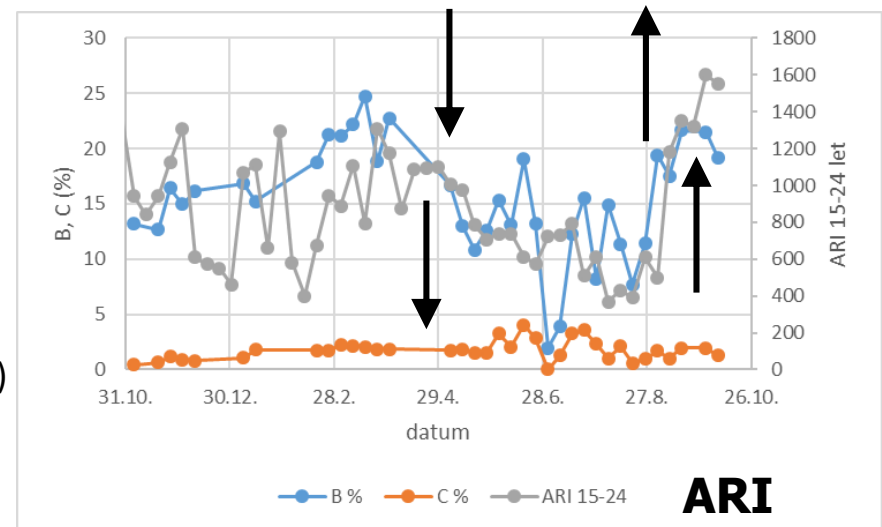
► **COVID+ NE**

► **ARI ANO**

SPŠS  
- B% (37-38 °C)  
- C% (38+ °C)  
v. COVID+



SPŠS  
- B% (37-38 °C)  
- C% (38+ °C)  
v. ARI



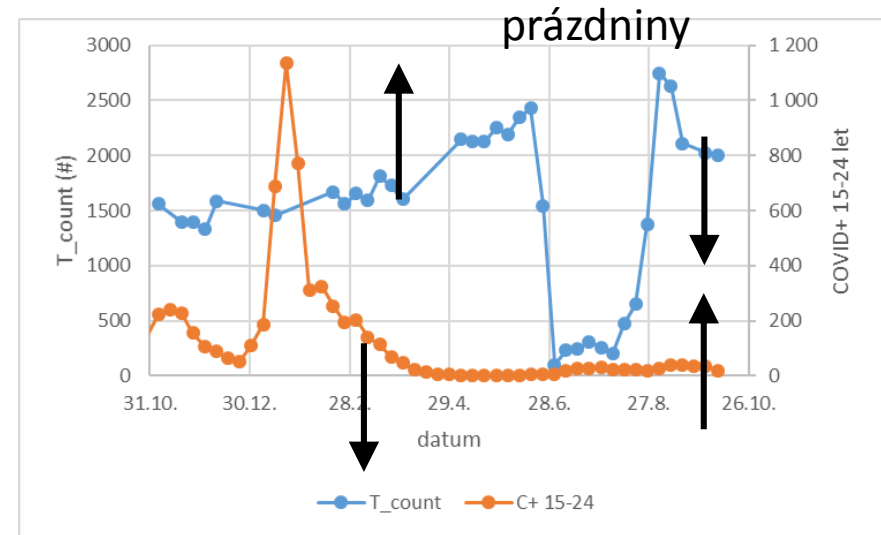
# 14. ARI, COVID+ v. OSOBY VE ŠKOLE

## Hypotéza

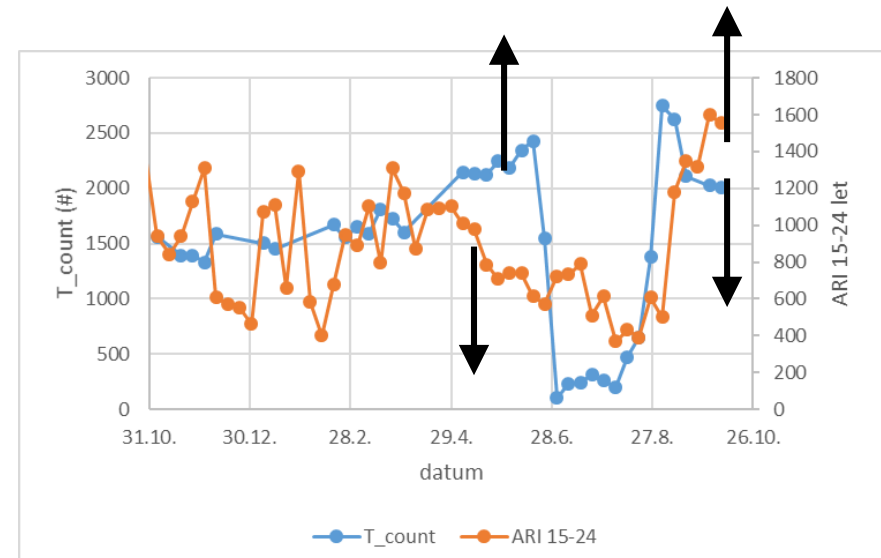
- Souvislost mezi výskytem onemocnění ARI a COVID+ a počtem osob ve škole?

► ANO

osoby SPŠŠ  
v. COVID+



osoby SPŠŠ  
v. ARI



- ▶ Pomocí termokamer a vhodného uspořádání experimentu lze získat data o teplotním rozložení procházejících osob na zvoleném místě (cca stovky osob za den).
- ▶ Pomocí softwarových a statistických nástrojů z nich lze vyhodnotit počty osob a procento osob se zvýšenou teplotou nesoucí informaci o zdravotním stavu populace.
- ▶ Porovnání výsledků termokamerového měření s daty ARI a COVID+ v lokalitě Plzeň-město a období 3/4 roku naznačuje možné souvislosti a využití dat.



# 16. VYUŽITÍ DAT ?

## ► POZVÁNKA K DISKUSI A SPOLUPRÁCI

## ► Otázky

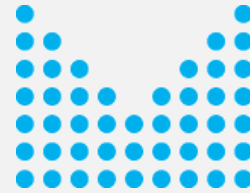
- interpretace dat - různé typy lokalit a složení osob (věk, zdrav. stav, opakovatelnost)
- využitelnost dat - trvalé monitorování nebo operativní nasazení v případě epidemie
- další postup výzkumu a použití - volba a počet měřicích míst - vzorek populace

příklad korelační matice - počty osob, teploty, ARI, COVID+ - lékárna Dr.Max

	Stat										ABC			ARI						COVID+					
	T_count	mean(T)	std(T)	var(T)	kewness(kurtosis(T))	min(T)	max(T)	median(T)	mode(T)	A%	B%	C%	0-5 let	6-14 let	15-24 let	25-64 let	65+let	celkem	0-5 let	6-14 let	15-24 let	25-59 let	60+ let	celkem	
T_count	1.000	0.273	0.014	0.012	-0.318	0.147	-0.364	0.448	0.284	0.295	-0.252	0.311	0.099	0.158	0.183	0.154	0.019	0.124	0.139	-0.367	-0.308	-0.338	-0.343	-0.250	-0.339
mean(T)	0.273	1.000	0.243	0.243	-0.900	0.273	0.259	0.344	0.994	0.891	-0.993	0.988	0.883	-0.245	-0.208	-0.302	-0.429	-0.308	-0.315	-0.716	-0.596	-0.614	-0.677	-0.664	-0.675
std(T)	0.014	0.243	1.000	1.000	-0.141	-0.317	-0.156	-0.007	0.238	0.314	-0.309	0.218	0.459	0.086	0.083	0.079	-0.062	-0.057	0.046	-0.190	-0.260	-0.258	-0.215	-0.063	-0.219
var(T)	0.012	0.243	1.000	1.000	-0.142	-0.317	-0.151	-0.006	0.239	0.315	-0.309	0.218	0.459	0.081	0.077	0.073	-0.063	-0.058	0.041	-0.191	-0.257	-0.256	-0.215	-0.065	-0.218
skewness(T)	-0.318	-0.900	-0.141	-0.142	1.000	0.019	-0.167	-0.180	-0.929	-0.905	0.862	-0.920	-0.640	0.075	0.058	0.171	0.299	0.146	0.155	0.825	0.689	0.716	0.786	0.745	0.781
kurtosis(T)	0.147	0.273	-0.317	-0.317	0.019	1.000	0.134	0.404	0.228	0.080	-0.292	0.255	0.333	-0.329	-0.281	-0.234	-0.213	-0.271	-0.293	0.128	0.193	0.210	0.164	-0.020	0.161
min(T)	-0.364	0.259	-0.156	-0.151	-0.167	0.134	1.000	0.154	0.255	0.105	-0.245	0.256	0.192	-0.170	-0.178	-0.262	-0.248	-0.226	-0.225	-0.178	-0.145	-0.140	-0.148	-0.124	-0.149
max(T)	0.448	0.344	-0.007	-0.006	-0.180	0.404	0.154	1.000	0.302	0.159	-0.345	0.328	0.338	0.015	0.068	-0.039	-0.177	-0.142	-0.034	-0.244	-0.083	-0.091	-0.194	-0.262	-0.176
median(T)	0.284	0.994	0.238	0.239	-0.929	0.228	0.255	0.302	1.000	0.906	-0.981	0.987	0.851	-0.211	-0.177	-0.282	-0.401	-0.280	-0.283	-0.739	-0.622	-0.642	-0.702	-0.680	-0.701
mode(T)	0.295	0.891	0.314	0.315	-0.905	0.080	0.105	0.159	0.906	1.000	-0.868	0.892	0.714	-0.115	-0.062	-0.121	-0.270	-0.146	-0.153	-0.741	-0.648	-0.655	-0.698	-0.637	-0.700
A%	-0.252	-0.993	-0.309	-0.309	0.862	-0.292	-0.245	-0.345	-0.981	-0.868	1.000	-0.981	-0.918	0.276	0.242	0.324	0.453	0.345	0.346	0.665	0.552	0.572	0.630	0.626	0.629
B%	0.311	0.988	0.218	0.218	-0.920	0.255	0.256	0.328	0.987	0.892	-0.981	1.000	0.824	-0.241	-0.211	-0.290	-0.447	-0.333	-0.319	-0.730	-0.607	-0.630	-0.693	-0.681	-0.691
C%	0.099	0.883	0.459	0.459	-0.640	0.333	0.192	0.338	0.851	0.714	-0.918	0.824	1.000	-0.313	-0.276	-0.356	-0.411	-0.327	-0.362	-0.452	-0.372	-0.384	-0.425	-0.438	-0.426
0-5 let	0.158	-0.245	0.086	0.081	-0.329	-0.170	0.015	-0.211	-0.115	0.276	0.276	-0.241	-0.115	1.000	0.957	0.761	0.736	0.719	0.950	-0.102	-0.127	-0.101	-0.072	0.070	-0.073
6-14 let	0.183	-0.208	0.083	0.077	0.058	-0.281	-0.178	0.068	-0.177	-0.062	0.242	-0.211	-0.276	0.957	1.000	0.805	0.741	0.717	0.957	-0.107	-0.148	-0.105	-0.073	0.086	-0.076
15-24 let	0.154	-0.302	0.079	0.073	0.171	-0.234	-0.262	-0.039	-0.282	-0.121	0.324	-0.290	-0.356	0.761	0.805	1.000	0.808	0.689	0.886	-0.014	0.003	0.042	0.048	0.203	0.056
25-64 let	0.019	-0.429	-0.062	-0.063	0.299	-0.213	-0.248	-0.177	-0.401	-0.270	0.453	-0.447	-0.411	0.736	0.741	0.808	1.000	0.916	0.888	0.171	0.216	0.252	0.269	0.368	0.274
65+let	0.124	-0.308	-0.057	-0.058	0.146	-0.271	-0.226	-0.142	-0.280	-0.146	0.345	-0.333	-0.327	0.719	0.717	0.689	0.916	1.000	0.837	0.013	0.071	0.099	0.121	0.266	0.126
celkem	0.139	-0.315	0.046	0.041	0.155	-0.293	-0.225	-0.034	-0.283	-0.153	0.346	-0.319	-0.362	0.950	0.957	0.886	0.888	0.837	1.000	-0.020	-0.023	0.015	0.040	0.190	0.042
0-5 let	-0.367	-0.716	-0.190	-0.191	0.825	0.128	-0.178	-0.244	-0.739	-0.741	0.665	-0.730	-0.452	-0.102	-0.107	-0.014	0.171	0.013	-0.020	1.000	0.848	0.872	0.957	0.850	0.947
6-14 let	-0.308	-0.596	-0.260	-0.257	0.689	0.193	-0.145	-0.083	-0.622	-0.648	0.552	-0.607	-0.372	-0.127	-0.148	0.003	0.216	0.071	-0.023	0.848	1.000	0.984	0.929	0.682	0.949
15-24 let	-0.338	-0.614	-0.258	-0.256	0.716	0.210	-0.140	-0.091	-0.642	-0.655	0.572	-0.630	-0.384	-0.101	-0.105	0.042	0.252	0.099	0.015	0.872	0.984	1.000	0.951	0.711	0.966
25-59 let	-0.343	-0.677	-0.215	-0.215	0.786	0.164	-0.148	-0.194	-0.702	-0.698	0.630	-0.693	-0.425	-0.072	-0.073	0.048	0.269	0.121	0.040	0.957	0.929	0.951	1.000	0.872	0.998
60+let	-0.250	-0.664	-0.063	-0.065	0.745	-0.020	-0.124	-0.262	-0.680	-0.637	0.626	-0.681	-0.438	0.070	0.086	0.203	0.368	0.266	0.190	0.850	0.682	0.711	0.872	1.000	0.857
celkem	-0.339	-0.675	-0.219	-0.218	0.781	0.161	-0.149	-0.176	-0.701	-0.700	0.629	-0.691	-0.426	-0.073	-0.076	0.056	0.274	0.126	0.042	0.947	0.949	0.966	0.998	0.857	1.000



NOVÉ TECHNOLOGIE  
VÝZKUMNÉ CENTRUM  
ZÁPADOČESKÉ  
UNIVERZITY  
V PLZNI



MINISTERSTVO VNITRA  
ČESKÉ REPUBLIKY

Výsledek vznikl v rámci řešení projektu VI04000029

BEZPEČNOSTNÍ VÝZKUM PRO ÚČINNÉ VYUŽITÍ TERMOKAMER  
V PŘÍPADĚ EPIDEMICKÝCH HROZEB A KRIZOVÝCH SITUACÍ

za podpory Ministerstva vnitra ČR  
v rámci programu Bezpečnostního výzkumu



## prof. Ing. Milan HONNER, Ph.D.

vedoucí týmu Infračervené technologie  
Nové technologie – výzkumné centrum  
Západočeská univerzita v Plzni

E-mail: [honner@ntc.zcu.cz](mailto:honner@ntc.zcu.cz)

Tel.: +420 606 522 406

Web: <http://irt.zcu.cz>

Adresa: Univerzitní 8, 301 00 Plzeň

*Výzkum pro váš úspěch*