



# Uitleendienst AZ Sint-Maarten

**proof of concept**



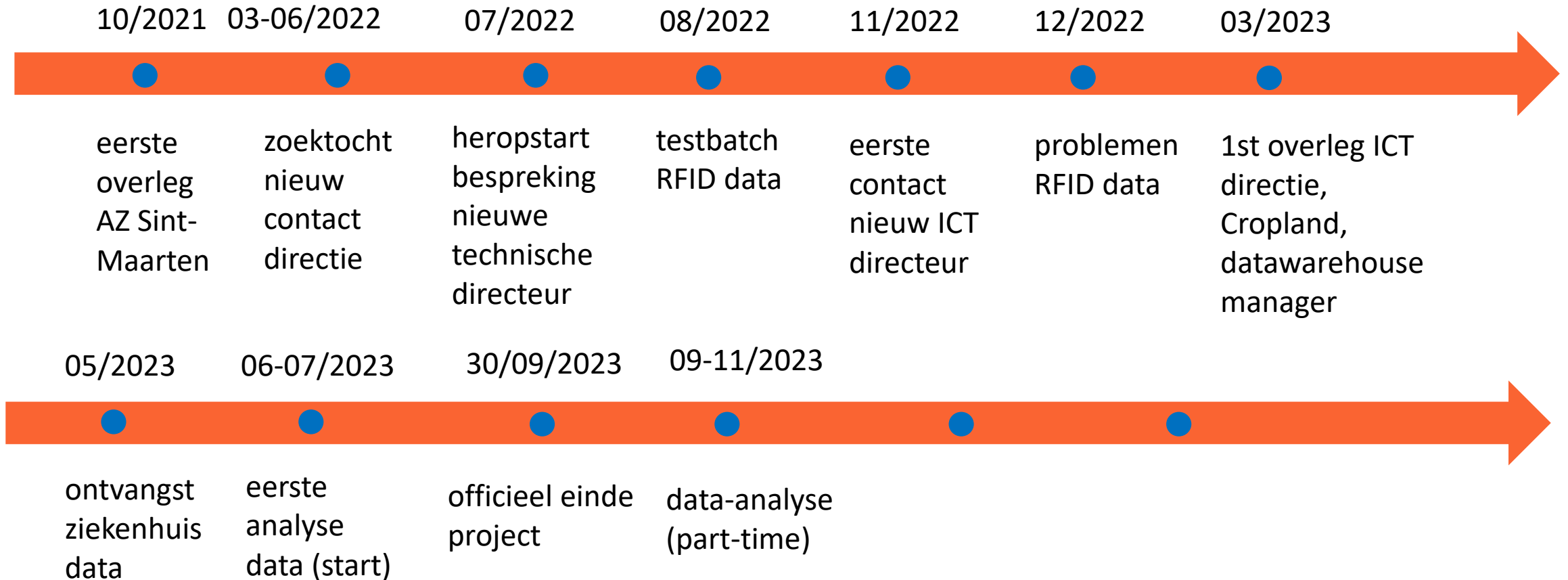
# Opmerking vooraf

- Doelstelling TETRA projecten
  - technologische opportuniteiten (use cases) aandragen
  - kennisoverdracht
  - inspiratie
- Gericht op
  - begeleidingsgroep
  - ≠ 1 specifieke “klant”
- niet marktversturend
  - ≠ onderzoek & ontwikkeling (start to finish)
- verdere uitwerking : O&O project

# Uitdagingen Logicare (Algemeen)

- Overbevraging zorgmedewerkers
  - nasleep COVID
  - prioriteit bij zorgtaken (uiteraard!)
- Format TETRA
  - impliciete verwachting = minimale werklast begeleidingspartners
    - ↔ toegang interne (medische!) data
- Vernieuwing directie – heropstart besprekingen
- Interne prioritaire projecten in het ziekenhuis
- Problemen datakwaliteit RFID uitrol en toepassing
- Beperkte ontsluiting KWS in warehouse

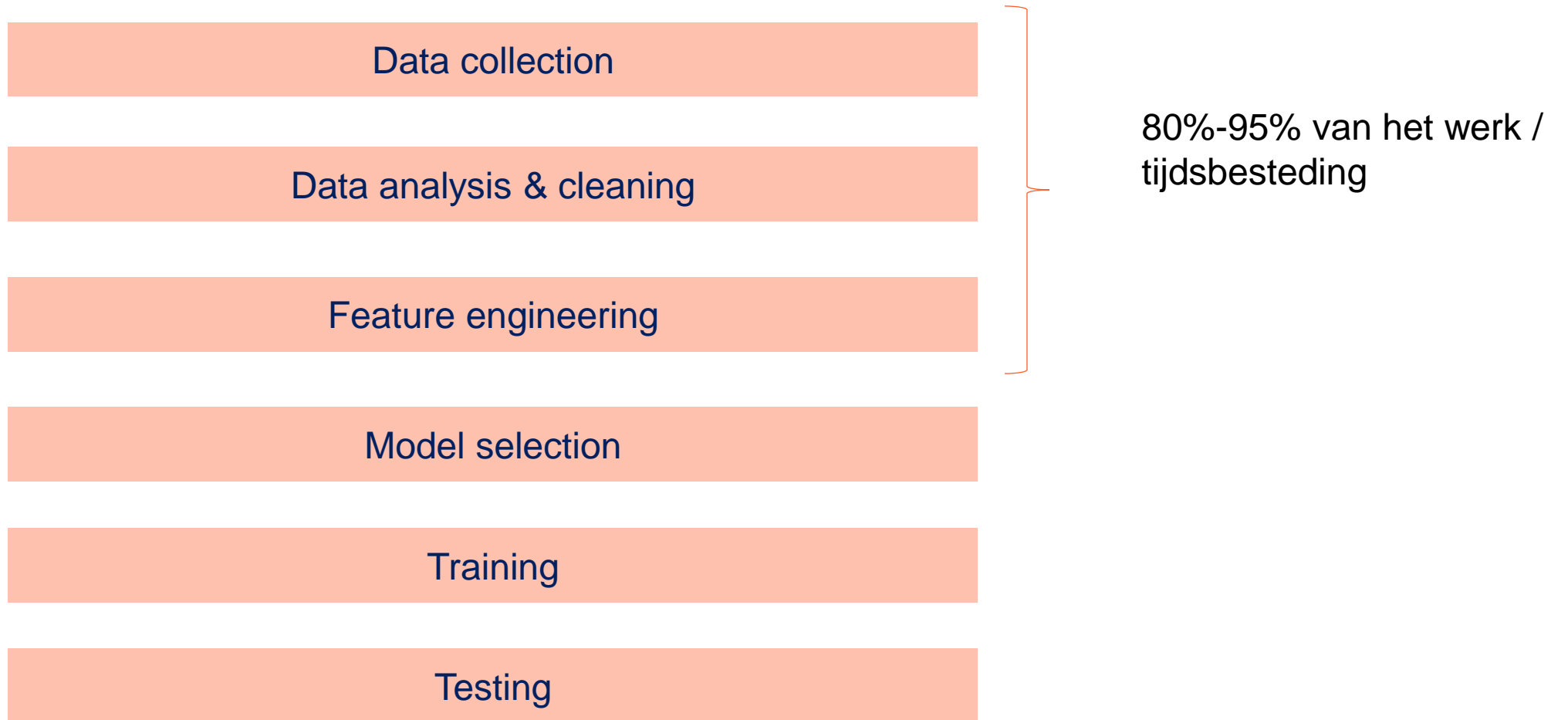
# Tijdslijn



# Onderzoeksvraag - initieel

- Startsituatie
  - Uitleendienst voorziet de afdelingen medische hulpmiddelen
  - Het ziekenhuis heeft eind 2021 een project opgezet om de locatie van de hulpmiddelen te bepalen aan de hand RFID tags
  - De tagging is gestart 04/2022. In de periode 04/2022 – 10/2022 werden steeds meer goederen getagged, inclusief meubilair
  - Er is een rondgang met een kar 2x daags voor verdeling en lokalisering van de goederen
- ➔ Is het mogelijk om de vraag naar goederen te voorspellen m.b.v. data van de opnames (planning) ?
- ➔ Is het mogelijk om via apotheekprestaties de data van patienten aan de goederen van de uitleendienst te koppelen

# AI werkwijze



# Data collectie

- Data uitleendienst werd verkregen in 3 batches na goedkeuring directie
  - Geanonimiseerde ziekenhuisdata werd verkregen na goedkeuring directie
  - Beide sets zijn timeseries (aantallen per afdeling per dag)
  - De medische hulpmiddelen worden niet gekoppeld aan patienten.
  - Er is geen directe (geen 1-op-1) koppeling tussen uitleengoederen en de patient
- ➔ Aggregatie op niveau van afdeling is nodig

# Data collectie

## Data uitleendienst

- Registratie van bewegingen
  - elk voorwerp met een RFID-tag (inclusief op de kar) wordt geregistreerd met datum en plaats
  - er gebeuren meerdere registraties per voorwerp gedurende de rondgang
  - de locatie wordt bekomen uit RFID-tag van deuren

## Data ziekenhuis

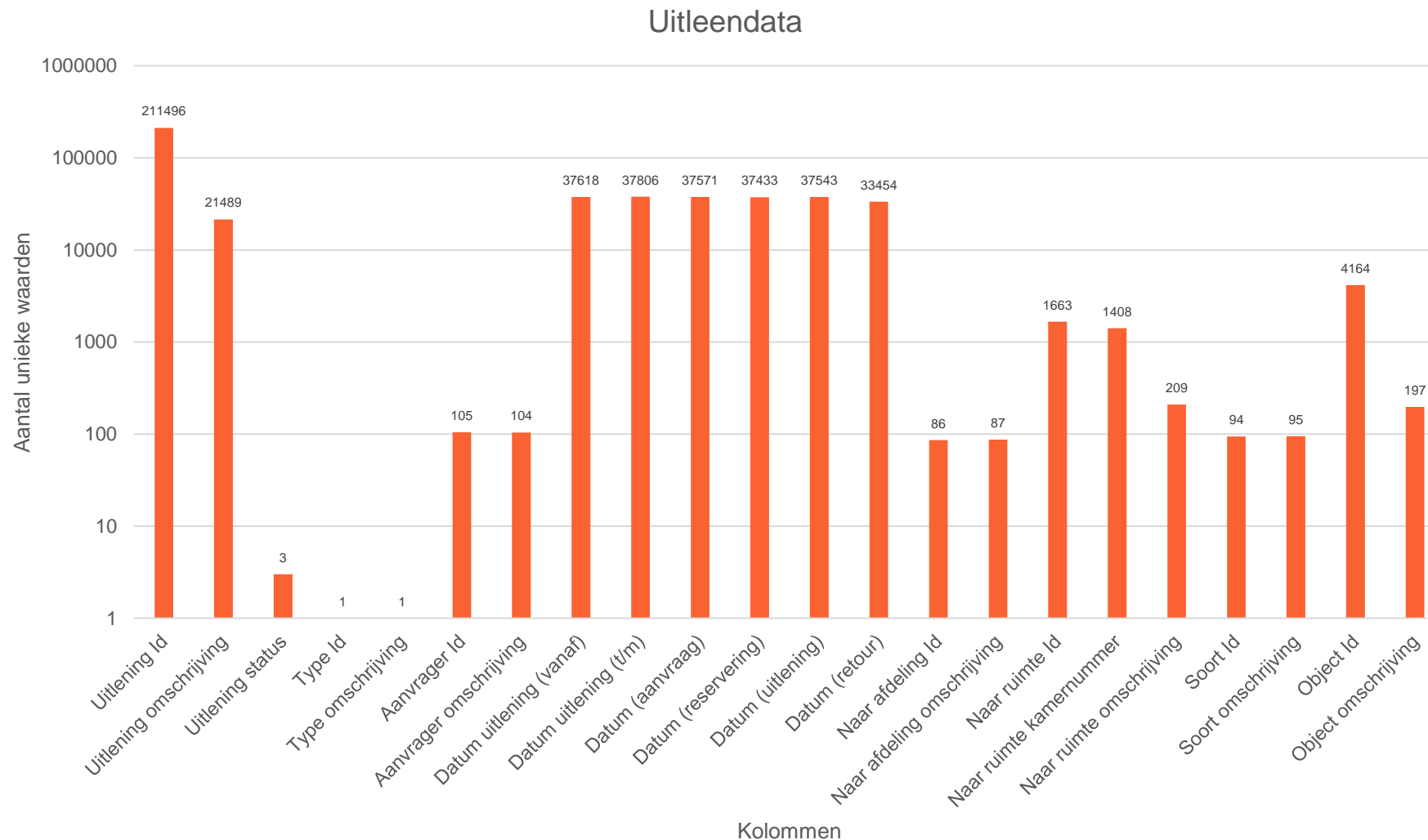
- Opname- en ontslag datum per patient, per contact, per afdeling
- Apotheekprestaties voor patiënten per contact
- Operatietype per contact
- Leeftijd en geslacht



# Data cleaning

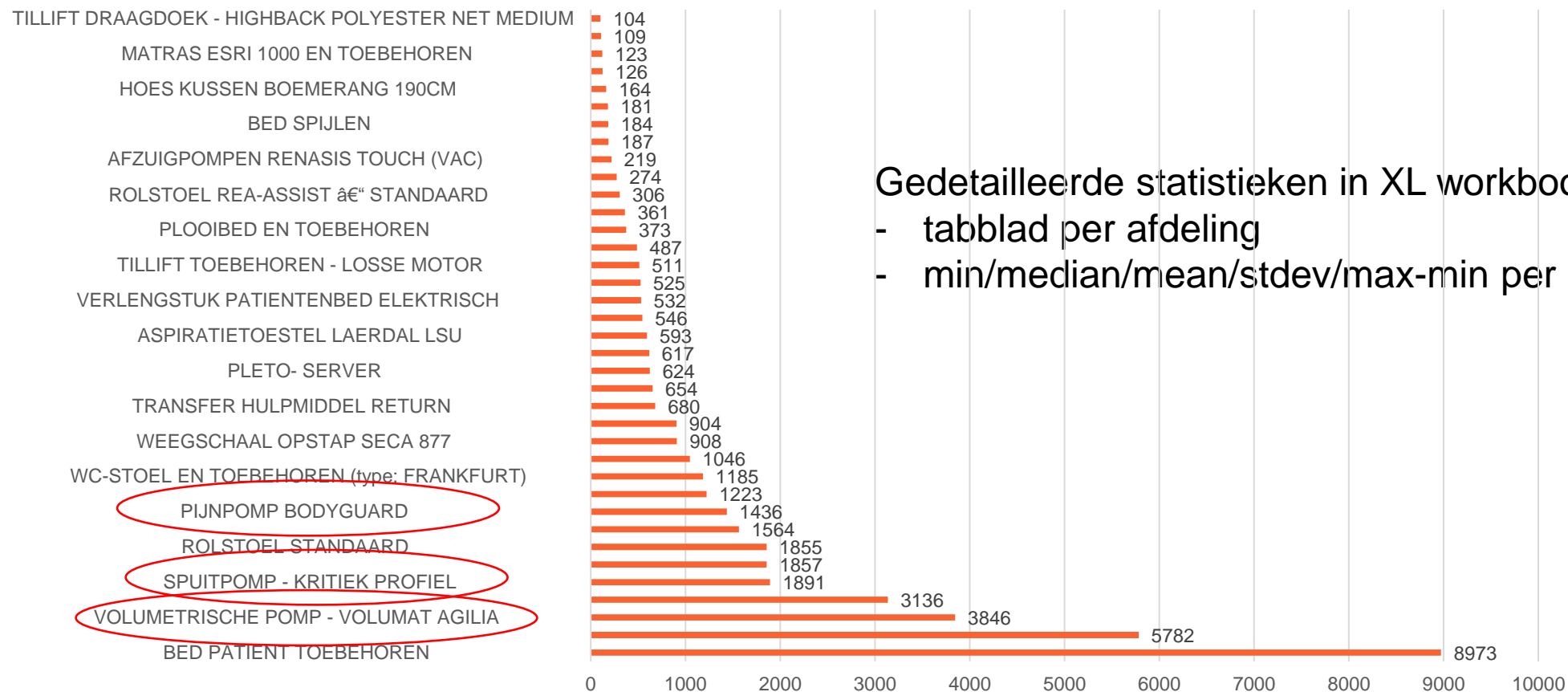
- Van elke voorwerp werd initieel de laatste registratie per rondgang behouden
- Later werd de laatste registratie per dag aangehouden om de data in frequentie aan te passen aan de ziekenhuisdata (1/dag)
-

# Data uitleendienst - statistiek



# Data uitleendienst - statistieken

Top aantal detecties per soort voorwerp

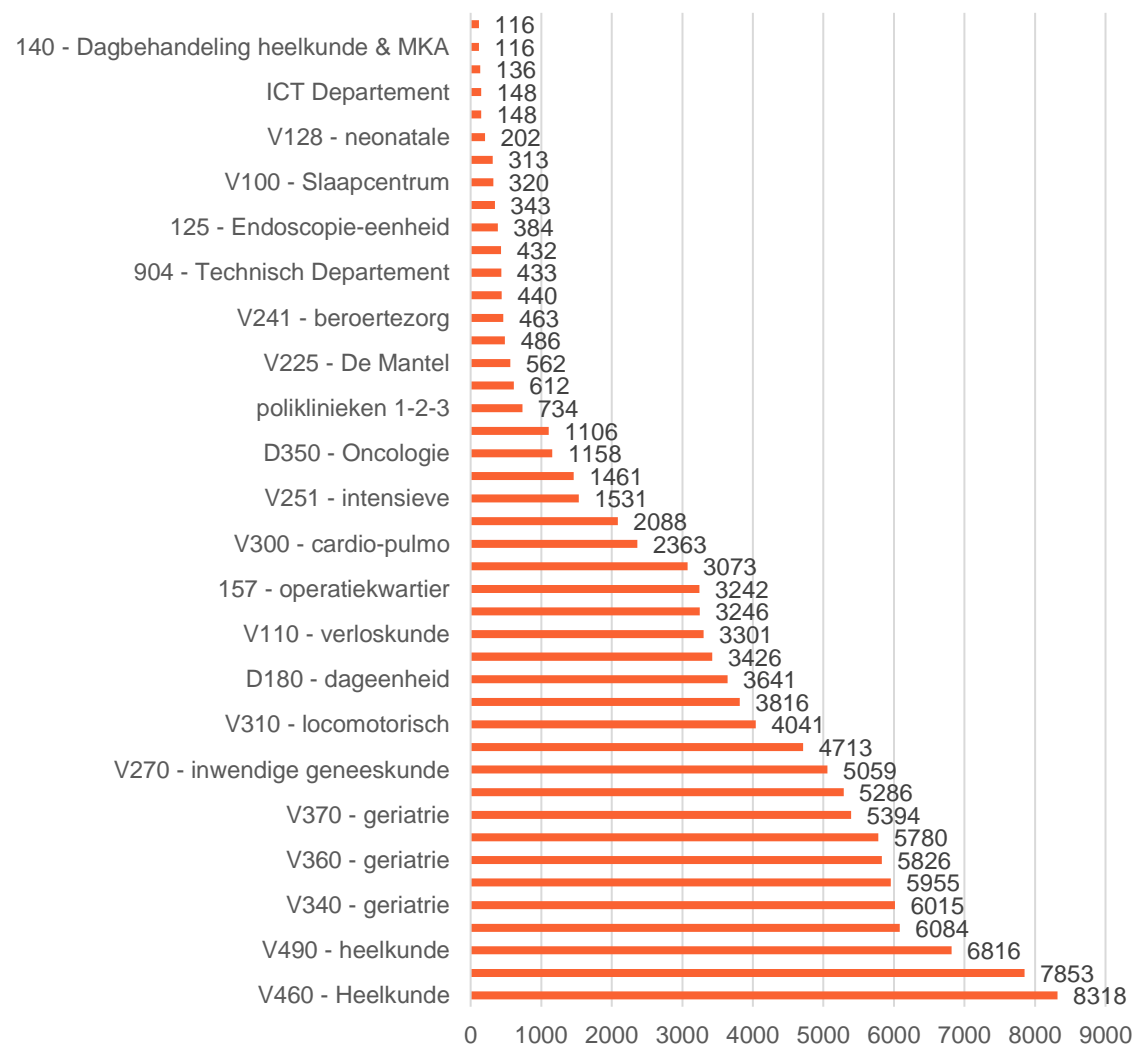


Gedetailleerde statistieken in XL workbook :

- tabblad per afdeling
- min/median/mean/stdev/max-min per soort voorwerp

# Data uitleendienst - statistieken

Top #detecteis per afdeling



# Moeilijkheden

- De data van de uitleendienst zijn niet volledig
  - de periode 04/2022-04/2023 vertoont gaten door uitval van het systeem
  - door tagging van het meubilair werd de niet gedocumenteerde limiet van het aantal voorwerpen per rondgang overschreden
    - ➔ In het najaar 2022 ontbreken registraties van medische hulpmiddelen maar het is niet te achterhalen welke
- Er is een sterke trend in de data door toenemende aantal getaggede voorwerpen
  - ➔ De numerieke koppeling met de ziekenhuis data wordt hierdoor bemoeilijkt

# Data ziekenhuis - statistieken

Column	# Non-Null	# Null	# unique
PatientNummer	644243	0	122872
Patient_Geslacht	644243	0	2
GeboorteDatum	644243	0	33191
ContactNummer	644243	0	407386
Verpleegeenheid	644243	0	58
Opname_Datum	644243	0	1913
Ontslag_Datum	644243	0	1575
LOS (Length Of Stay)	644243	0	1499
VerpleegeenheidCode*	644243	0	56
VerpleegeenheidBeschrijving*	644243	0	58
PatientNummer_IHS	183942	460301	31871
ApotheekPrestatie	183942	460301	700
ApotheekPrestatieCode*	183942	460301	688
ApotheekPrestatieBeschrijving*	183942	460301	521
OperatieType	314649	329594	1371
OperatieTypeCode*	314649	329594	1356
OperatieTypeBeschrijving*	314649	329594	1344

- Volgende originele kolommen werden gesplitst in code en beschrijving
  - Verpleegeenheid
  - ApotheekPrestatie
  - Operatietype
- \* : de splitsing levert niet steeds 1 op 1 resultaten tussen origineel, code en beschrijving op tgv fouten in de invoer

# Moeilijkheden

- Data apotheekprestaties zijn erg textueel, zijn geaggregeerd en verwijzen naar RIZIV codes
  - vb “162164 - Geheel van gebruiksmateriaal en implanteerbaar materiaal gebruikt tijdens de verstrekking 432574 - 432585 van de nomenclatuur, via endoscopische weg”
  - Er zijn verschillende codes dezelfde prestaties in ambulante en niet-ambulante setting
  - Sommige koppelingen tussen omschrijvingen en codes zijn gewijzigd tgv wijzingen in de RIZIV coderingen
  - Het aantal verschillende prestaties is hoog waardoor een versnippering optreedt

# Moeilijkheden

- Operatietypes
  - Het aantal verschillende operatietypes is hoog waardoor een versnippering optreedt
  - Niet alle codes en beschrijvingen zijn uniek aan elkaar gelinked
- Patientgegevens bestaan enkel uit leeftijd en geslacht
- Er is geen directe link tussen uitleengoederen en patiënten → enkel via aggregatie beschikbaar
- De codes voor de “verpleegeenheden” in de ziekenhuisdata vergen een vertaalslag naar de “afdelingen” in de data van de uitleendienst
- Aanwezigheid van niet klinische afdelingen (o.a. ‘facturatie xxxx’)



# Aanpak – stap 1

- Identificatie van mini-cases op niveau afdelingen
  - afdelingen met voldoende operatiecodes
    - liefst niet te veel verschillende
  - afdelingen met voldoende lang verblijf (geen dagkliniek)
  - reguliere verpleegafdelingen (niet OK, intensieve, psychiatrie)
  - afdelingen met voldoende voorwerpen
  - voorwerpen die voldoende frequent gebruikt worden (aantallen)
  - voorwerpen die per afdeling voldoende variëren
  - voldoende gelinked aan ingrepen

# Aantal operatiecodes per afdeling

- Geordend op total
- Limiet totaal > 950

240  
260  
270  
290  
430  
440  
460  
470  
490

Verpleegeenheid	totaal	aantal uniek
0170 - RECOVERY	73677	208
0177 - OPERATIEKWARTIER 2	48571	184
0140 - DAGBEHANDELING HEELK. & MKA	42982	103
0157 - OPERATIEKWARTIER 1	35019	142
0440 - V440 - HEELKUNDE KV	16731	102
0460 - V460 - HEELKUNDE	14509	90
0160 - D160 - DAGEENHEID	14013	85
0180 - D180 - DAGEENHEID	12929	86
0490 - V490 - HEELKUNDE	9321	69
0470 - V470 - HEELKUNDE	8452	72
0190 - CATHLAB	5831	16
0270 - V270 - INWENDIGE	5518	32
0430 - V430 - PEDIATRIE	5201	49
0450 - V450 - INTENSIEVE	3107	45
0370 - V370 - GERIATRIE	2852	37
0290 - V290 - INWENDIGE	2018	28
0250 - V250 - MEDIUMCARE	1940	23
0251 - V251 - INTENSIEVE	1542	32
0110 - V110 - VERLOSKUNDE	1415	15
0310 - V310 - LOCOMOTORISCH	1292	26
0330 - V330 - LOCOMOTORISCH	1157	26
0240 - V240 - INWENDIGE	1136	29
0260 - V260 - INWENDIGE	968	23

0127 - VERLOSKWARTIER	738	11
0340 - V340 - GERIATRIE	623	22
0300 - V300 - CARDIO - PULMO	614	21
0390 - V390 - GERIATRIE	568	17
0360 - V360 - GERIATRIE	469	17
0350 - D350 - ONCOLOGIE	446	14
0380 - V380 - GERIATRIE HET ANKER	307	13
0241 - V241 - BEROERTEZORG	193	11
0224 - PIJNKLINIEK DAGBEHANDELING	117	9
0225 - V225 - PALLIATIEVE	96	8
0200 - V200 - PAAZ	67	5
0210 - V210 - PAAZ	67	5
0230 - V230 - PAAZ	38	5
0280 - V280 - FASE 1 UNIT	34	6
0150 - ENDOSCOPIE - EENHEID	22	4
0156 - V156 - INTENSIEVE	16	4
0100 - V100 - SLAAPCENTRUM	15	4
0351 - D351 - GERIATRIE	13	2
0151 - ENDOSCOPIE DAGBEHANDELING	11	3
0980 - RADIOTHERAPIE	4	1
0275 - V275 - SLAAPLABO	3	1
0030 - LABO KLINISCHE BIOLOGIE	2	1

# Length of stay per afdeling

- Geordend op median
- Mean beïnvloed door outliers
- Geriatrie typisch langer verblijf

240

260

270

290

430

440

460

470

490

Verpleegeenheid	min	mean	median
0300 - V300 - CARDIO - PULMO	8	67,4	53
0310 - V310 - LOCOMOTORISCH	1	64,2	49
0330 - V330 - LOCOMOTORISCH	1	61,3	47,5
0225 - V225 - PALLIATIEVE	0	30,2	23
0370 - V370 - GERIATRIE	0	30,2	17
0380 - V380 - GERIATRIE HET ANKER	0	19,9	15
0340 - V340 - GERIATRIE	0	21,9	14
0360 - V360 - GERIATRIE	0	20,0	13
0390 - V390 - GERIATRIE	0	19,6	13
0450 - V450 - INTENSIEVE	0	26,5	12
0251 - V251 - INTENSIEVE	0	25,9	11
0280 - V280 - INWENDIGE	0	15,4	9
0290 - V290 - INWENDIGE - HEELKUNDE	0	14,5	6
0250 - V250 - MEDIUMCARE	0	14,5	6
0156 - V156 - INTENSIEVE	4	13,9	6
0241 - V241 - BEROERTEZORG	0	16,6	4
0240 - V240 - INWENDIGE	0	11,7	4
0150 - ENDOSCOPIE - EENHEID	0	7,1	4
0128 - V128 - NEONATALE	0	6,6	4
0260 - V260 - INWENDIGE	0	10,5	3
0490 - V490 - HEELKUNDE	0	8,8	3
0460 - V460 - HEELKUNDE	0	8,7	3
0470 - V470 - HEELKUNDE	0	6,0	3
0110 - V110 - VERLOSKUNDE	0	3,4	3
0270 - V270 - INWENDIGE	0	6,9	2

# Identificatie mini-cases

- Creatie van statistieken per afdeling
  - Aggregatie van goederen tot hun “sort”categorie, per afdeling
  - Statistieken van elke sort
    - min/mean/median/stdev/max/delta (max-min)/total
  - Zoektocht naar voldoende hoge mean en voldoende hoge stdev

Naar afdeling omschrijving	Soort omschrijving	min	mean	median	max	std	delta	sum
V270 - inwendige geneeskunde	BED PATIENT TOEBEHOREN	1	5,996226	6	22	4,178315	21	1589
V270 - inwendige geneeskunde	INFUUSSTAANDER ROLLEND ALGEMEEN	1	5,108108	5	18	3,400638	17	945
V270 - inwendige geneeskunde	PIJNPOMP BODYGUARD	1	3	3	5	2,828427	4	6
V270 - inwendige geneeskunde	ROLSTOEL STANDAARD MET O2 HOUDER	1	2,16	1	7	1,682564	6	108
V270 - inwendige geneeskunde	ISOLATIEKAR	1	2,11194	2	5	1,023487	4	283
V270 - inwendige geneeskunde	KRABWANTEN VELCRO MET VEILIGHEIDSGESP	2	2	2	2	0	0	6
V270 - inwendige geneeskunde	WEEGSCHAAL OPSTAP SECA 877	1	1,911765	2	4	0,860781	3	390
V270 - inwendige geneeskunde	VOLUMETRISCHE POMP - VOLUMAT AGILIA	1	1,675978	1	5	0,825189	4	300
V270 - inwendige geneeskunde	SPUITPOMP - KRITIEK PROFIEL	1	1,451429	1	5	0,675249	4	254
V270 - inwendige geneeskunde	SATURATIEMETER	1	1,432099	1	4	0,639065	3	232

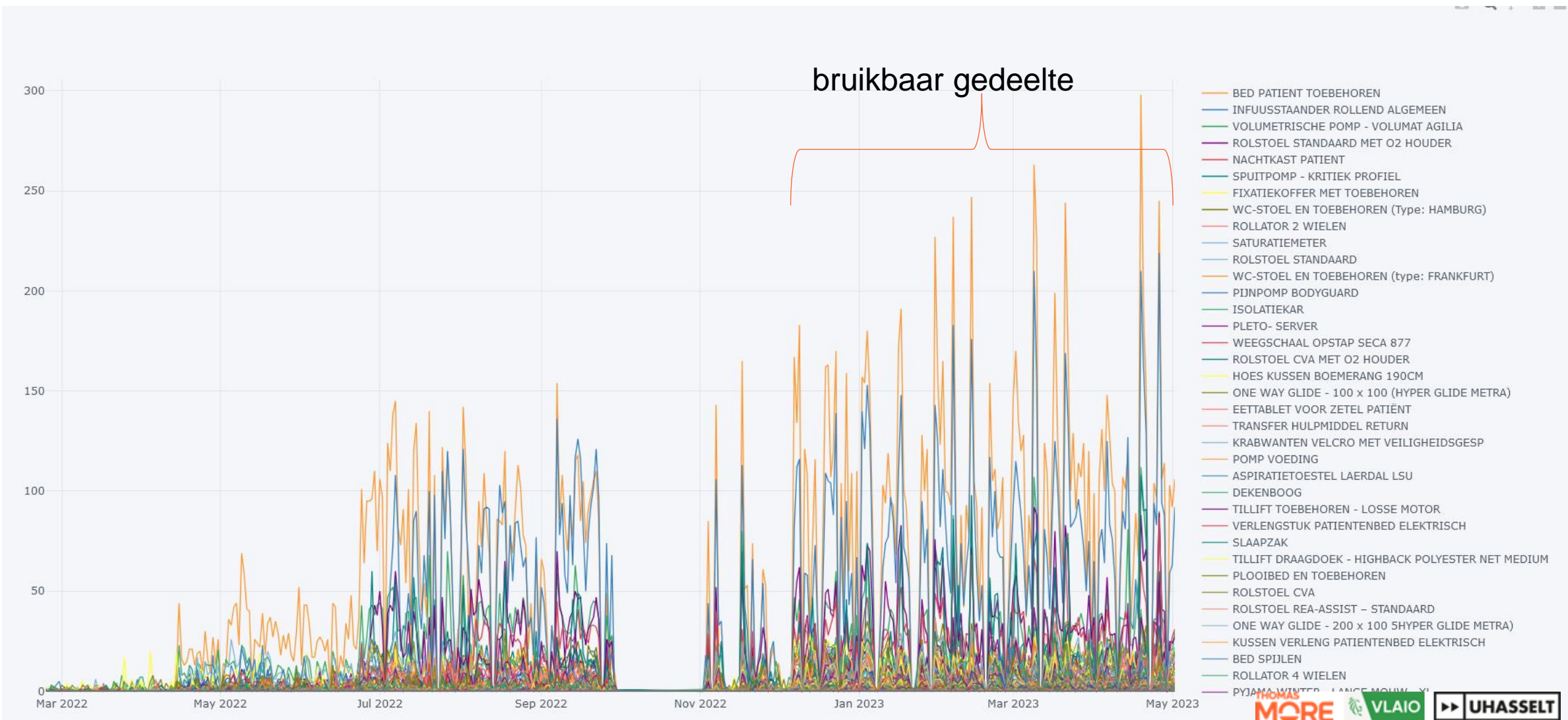
# Aanpak 2

- Omvorming ziekenhuisdata naar timeseries
  - creatie van 'aanwezigheid' op afdeling tussen datum opname en datum ontslag voor elk contact
- Correlatie tussen de aantallen van de goederen ,de aantallen van elk type ingreep, de aantallen van de verschillende apotheekprestaties, leeftijdsgroepen en geslacht.
- Coincidentie/correlatie tussen timeseries via Dynamic Time Warping
  - per afdeling :
    - aantal ingrepen van een bepaald type  $\Leftrightarrow$  aantal uitleenitems van een bepaald soort

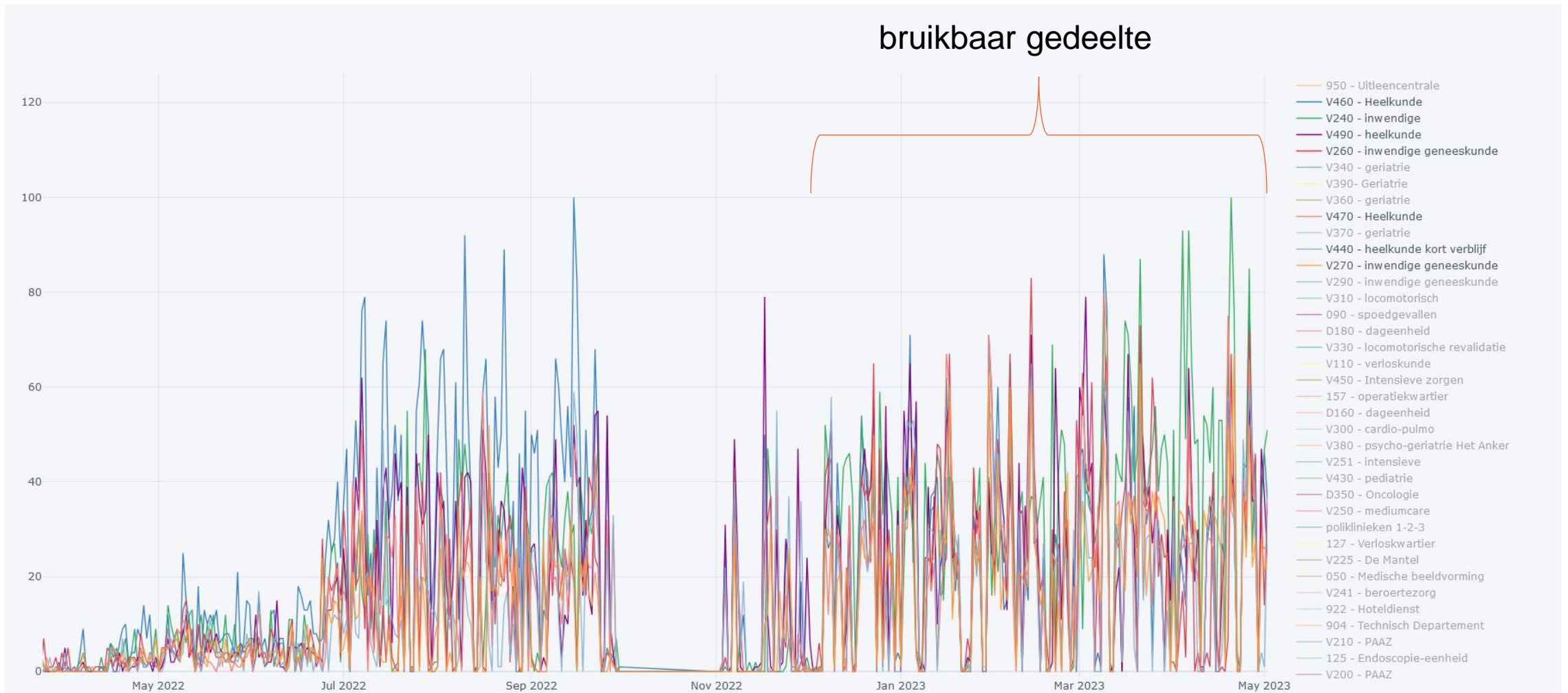
# Aanpak 3

- Coïncidentie/correlatie tussen timeseries via Dynamic Time Warping
  - per afdeling :
    - aantal ingrepen van een bepaald type  $\Leftrightarrow$  aantal uitleenitems van een bepaald soort

# Uitleen goederen – alle afdelingen

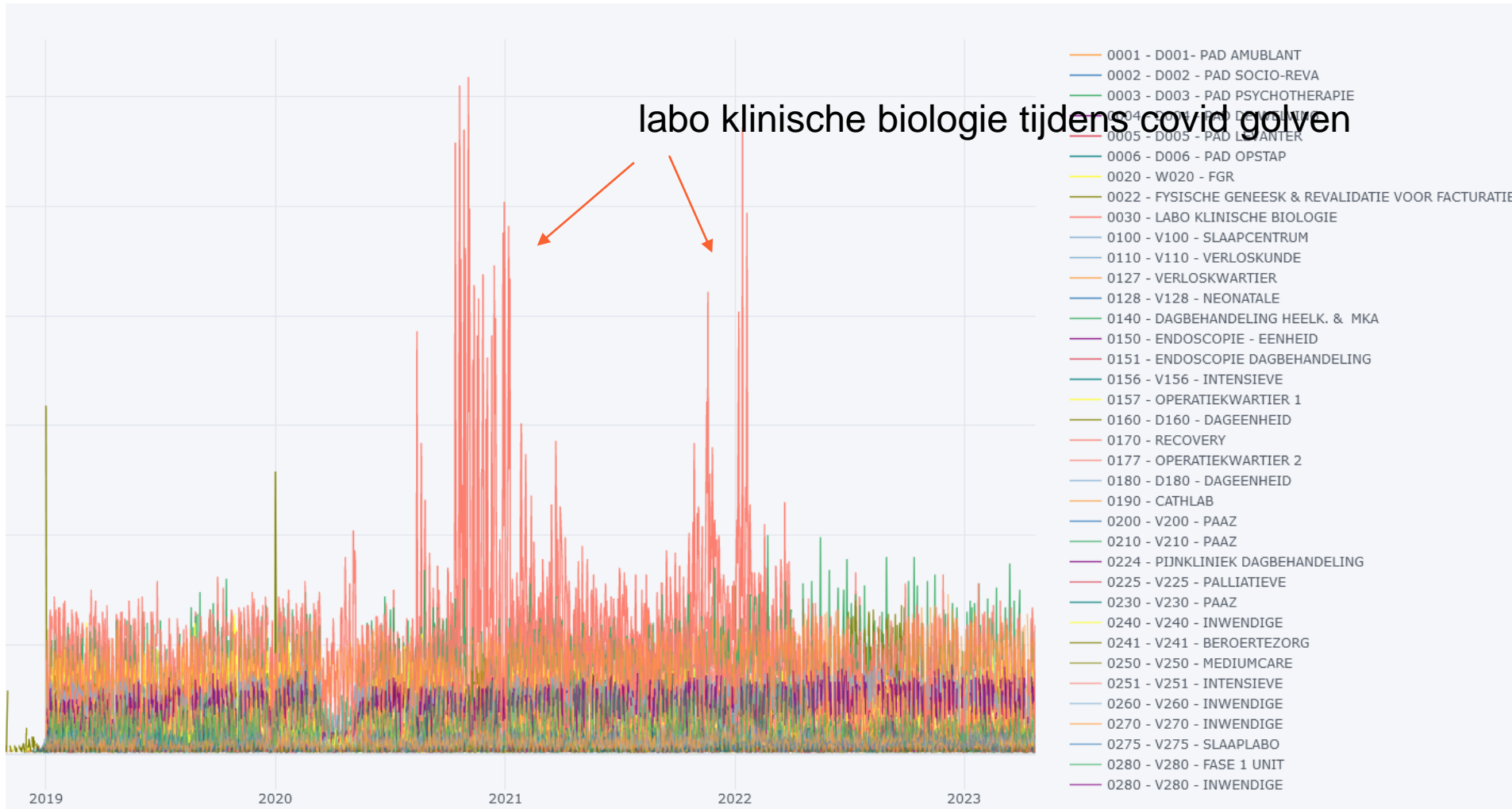


# Uitleen goederen – registratie per afdeling

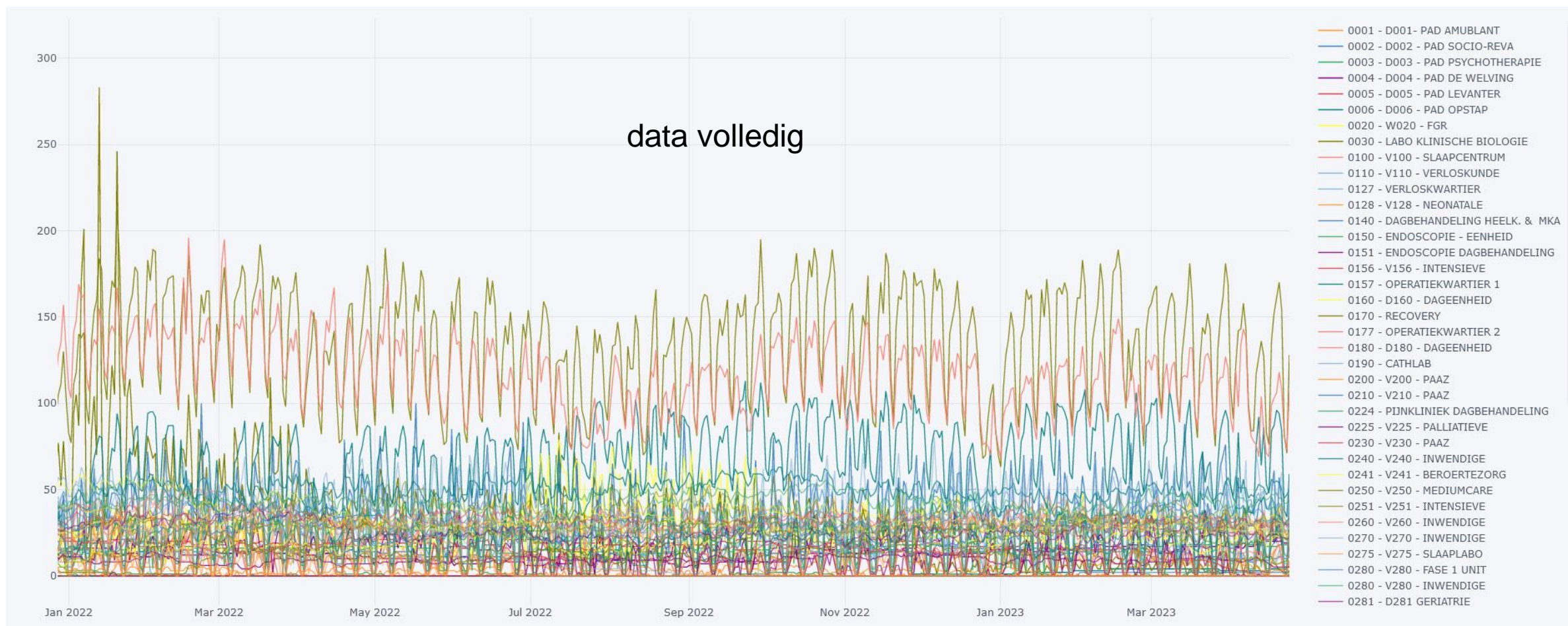




# Patient data - contacten per afdeling



# Patienten data – aantal per afdeling

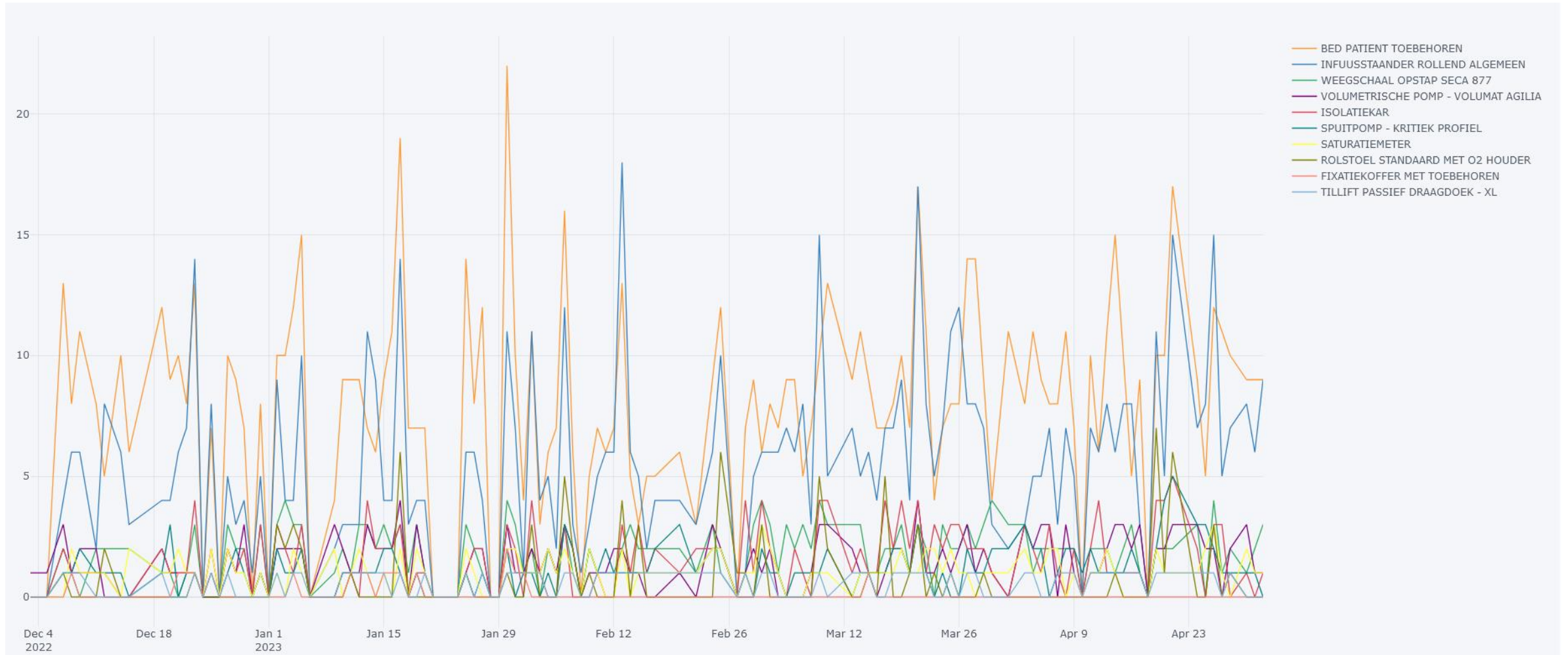


# Zoom in tijdreeksen

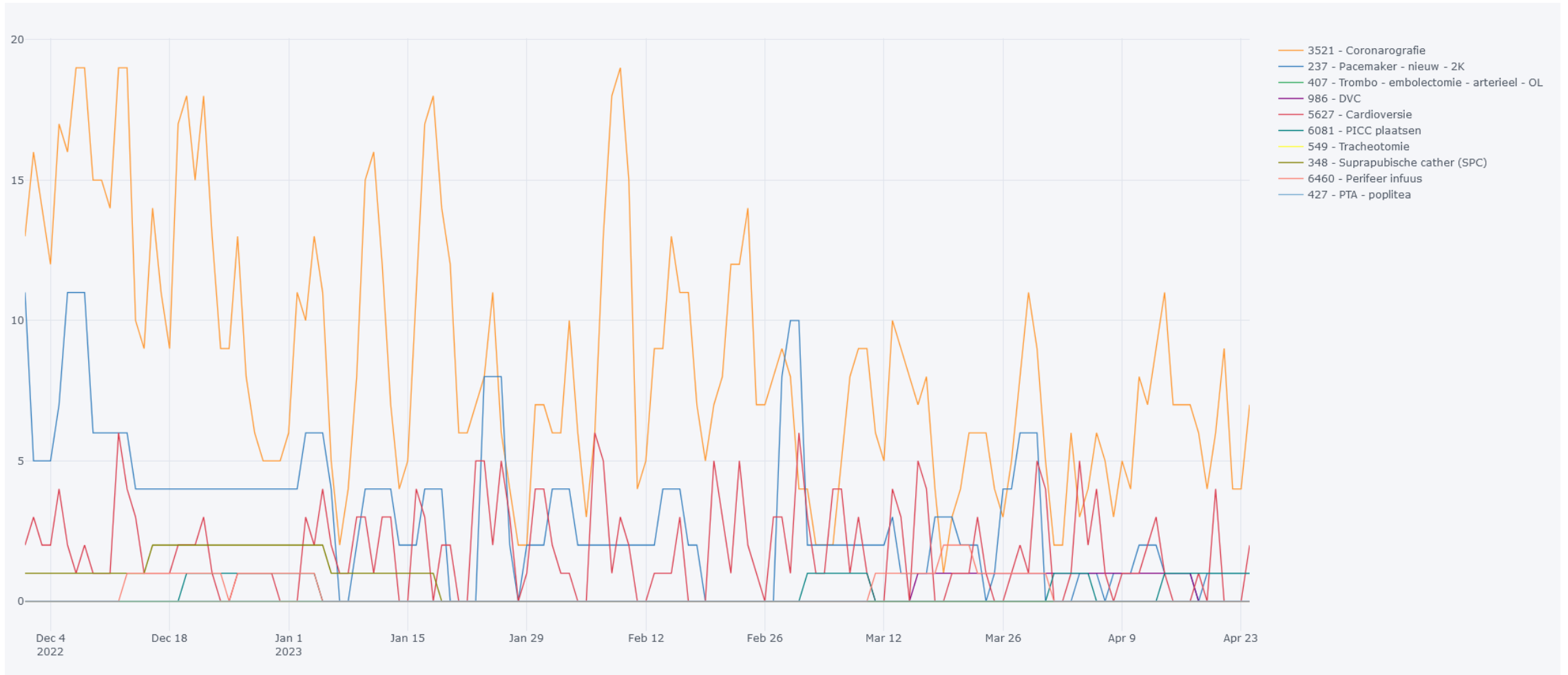
## Verpleegeenheid V270 – Inwendige

### Data exploratie

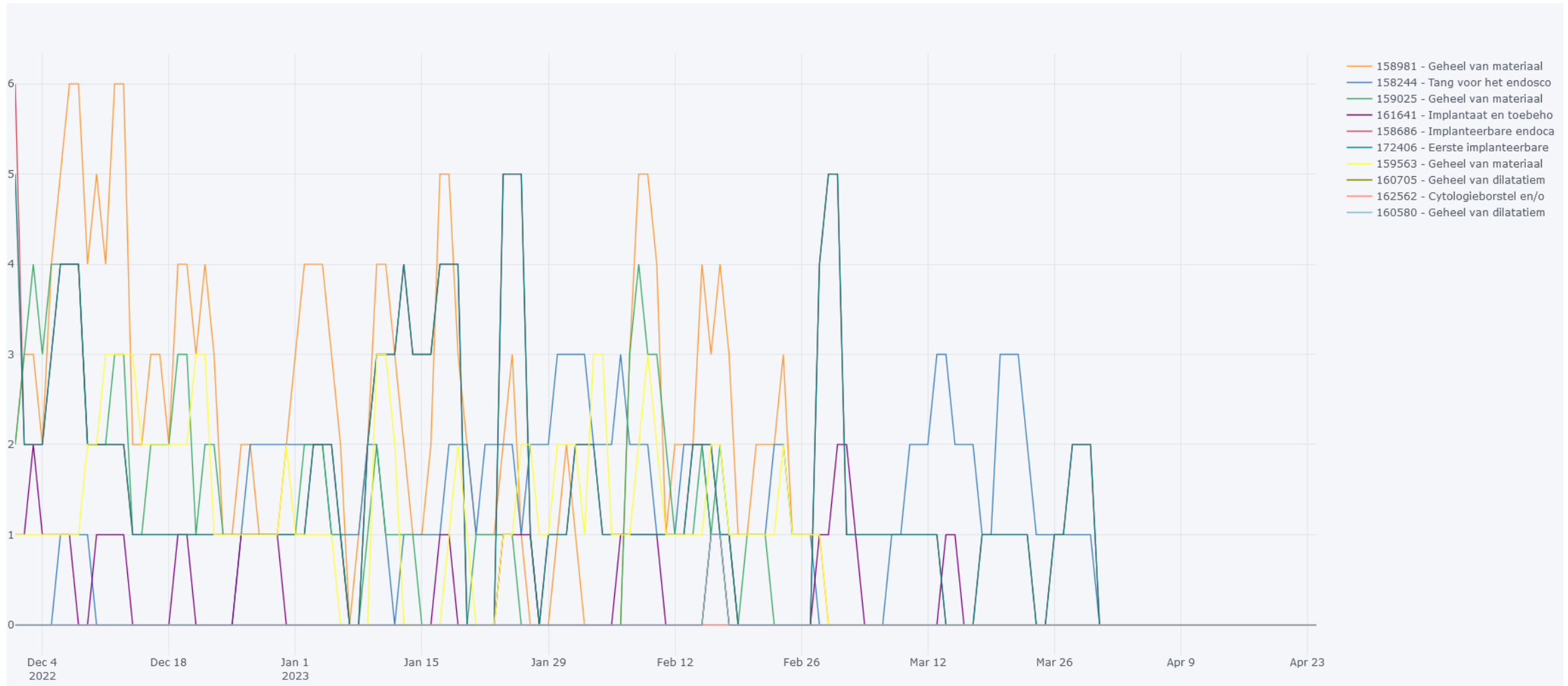
# Uitleen goederen afdeling V270 inwendige heelkunde



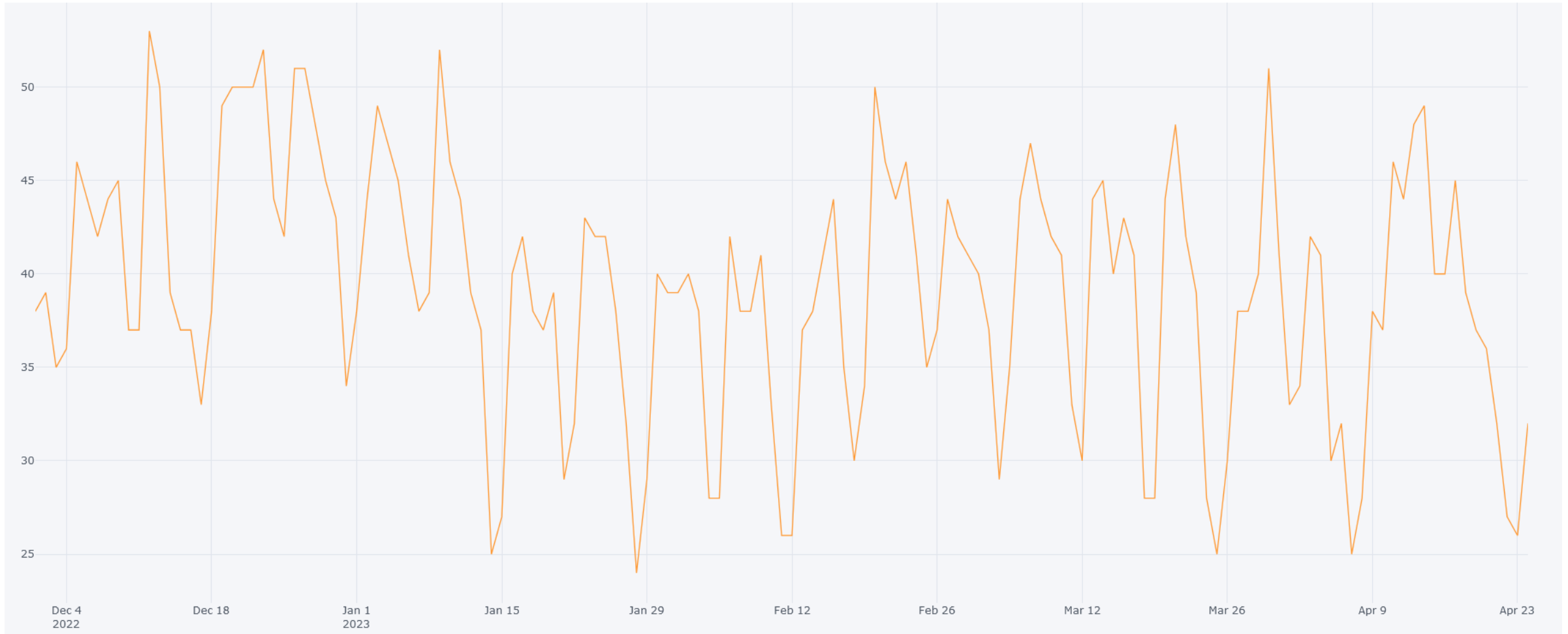
# Data patienten – ingrepen afdeling V270 inwendige heelkunde



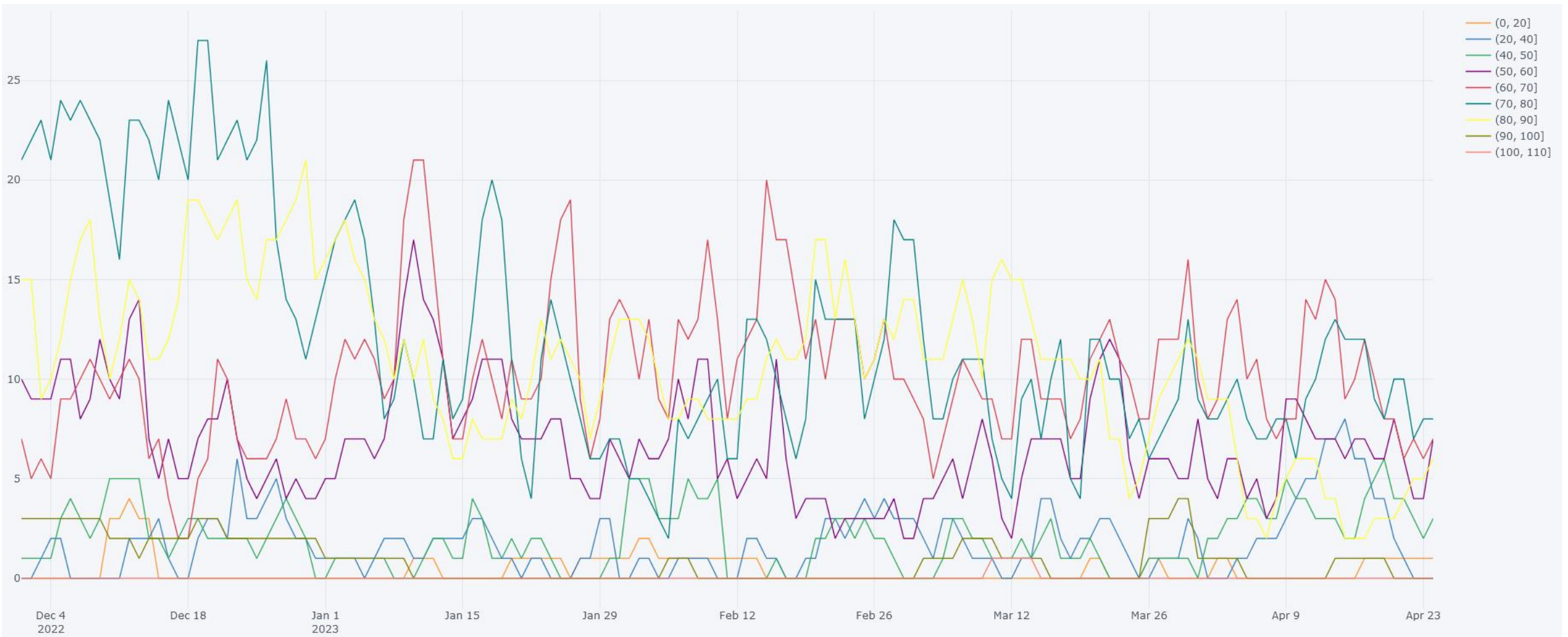
# Data patienten – apotheekprestaties afdeling V270 inwendige heekunde



# Data patienten – aantal patienten afdeling V270 inwendige heekunde



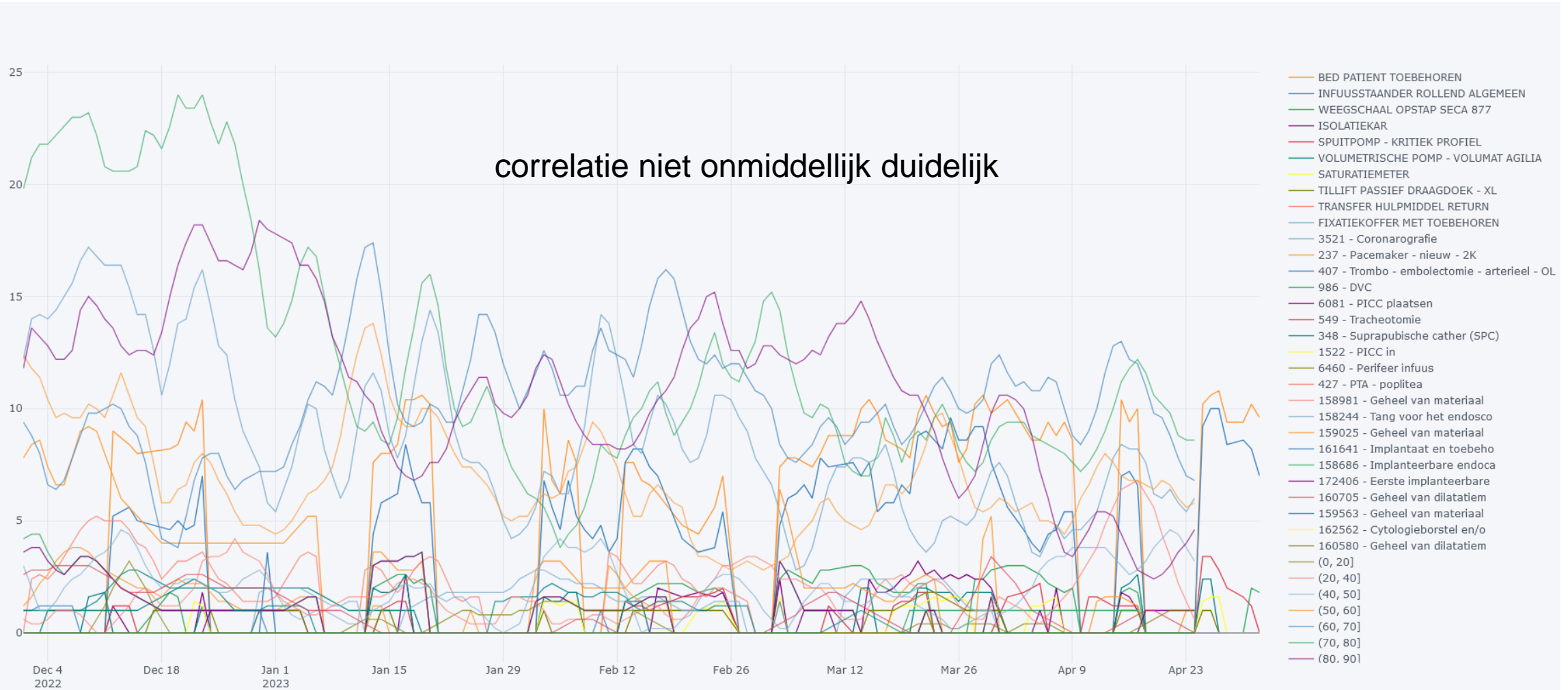
# Data patienten – aantallen per leeftijd afdeling V270 inwendige heelkunde





# Data patiënten – combinatie afdeling V270 inwendige heelkunde

correlatie niet onmiddellijk duidelijk



# Bevindingen - visueel

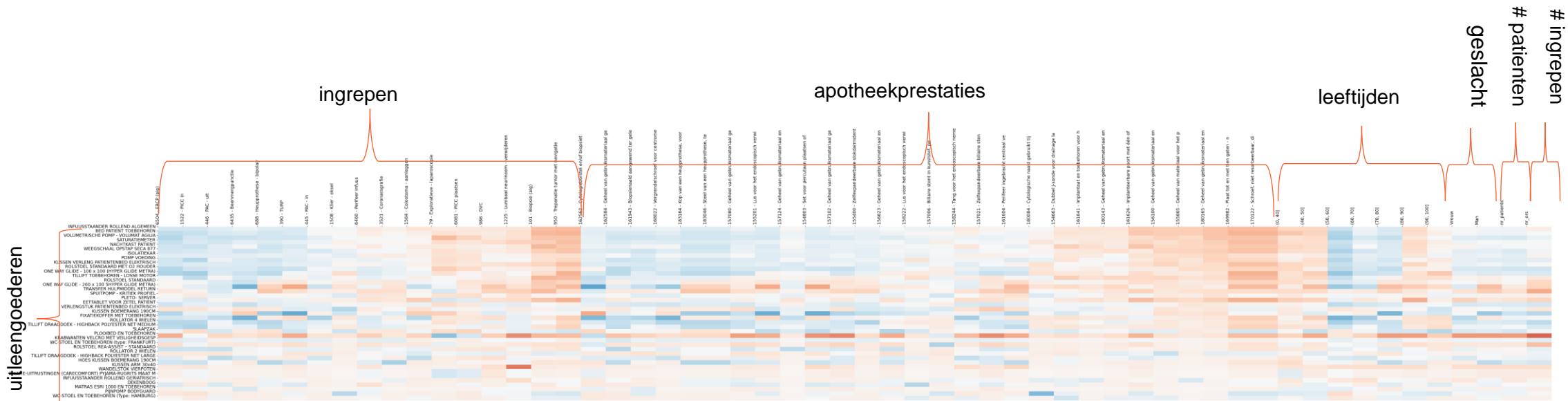
- Het bruikbaar (consistente en ononderbroken) gedeelte is te kort om een echt predictief model te trainen en te testen
- Uit de plots zijn er niet direct visuele correlaties zichtbaar. Coincidenties van pieken en dalen in tijdsreeks is niet consistent aanwezig (soms wel samenvallend)
- Om toch verbanden te vinden tussen specifieke patient gegevens (ingreep, apotheekprestatie, leeftijd, geslacht) en de gegevens van de uitleen goederen kan numerieke analyse van de correlatie mogelijk wel een aanduiding geven.
- De vergelijking gebeurt aan de hand van aantallen per afdeling
- Similariteit tussen tijdsreeksen is niet eenvoudig. Er moet rekening gehouden worden met schaalverschillen en kleine verschuivingen in de tijdsreeksen.
- Volgende methode worden bekeken
  - Klassieke statistische correlatie
  - Dynamic Time Warping
  - Granger causality test

# Klassieke statistische correlatie

- Spearman's rank is een statistische techniek om de na te gaan of 2 variabelen gecorreleerd zijn in de rang waarin waarden voorkomen (hoog-hoog, laag-laag)
- In volgende slides worden de correlaties tussen de tijdseries van de soorten goederen getest tegen de tijdsreeksen van patiënten gegevens (beide reeksen in termen van aantallen op een afdeling)
  - type ingreep
  - apotheek prestaties
  - leeftijdsgroepen
  - geslacht
  - totaal aantal ingrepen
  - totaal aantal patiënten

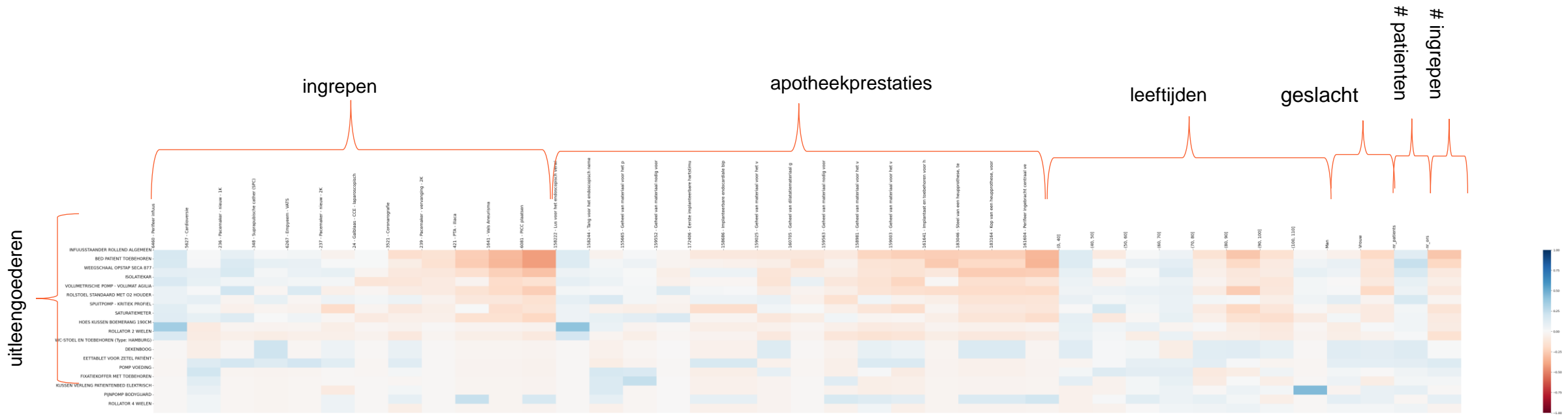
# Correlatie V260

## Meest frequente items



# Correlatie V270

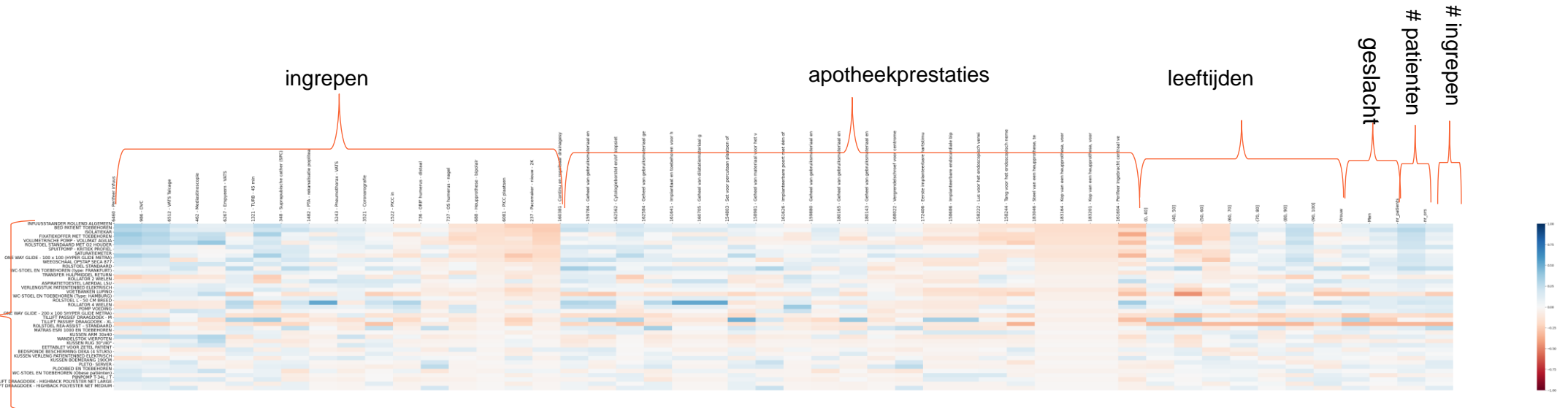
## Meest frequente items



# Correlatie V290

## Meest frequente items

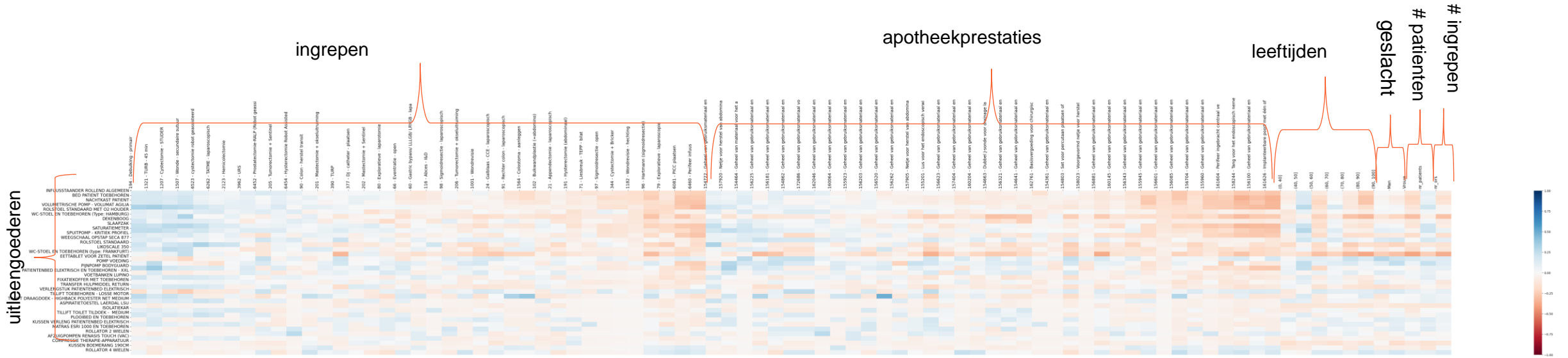
uitleengoederen





# Correlatie V470

## Meest frequente items

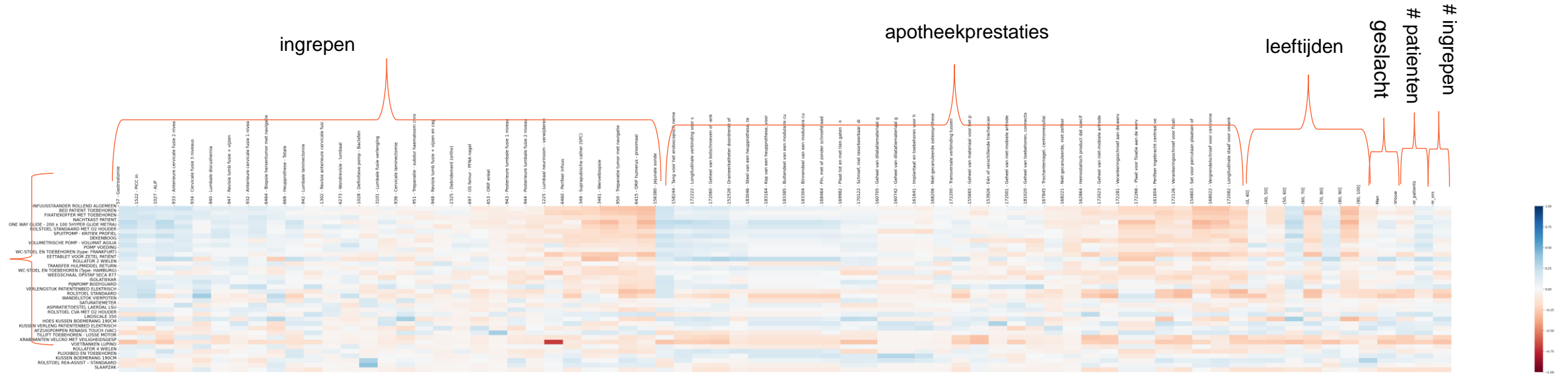




# Correlatie V470

## Meest frequente items

uitleengoederen



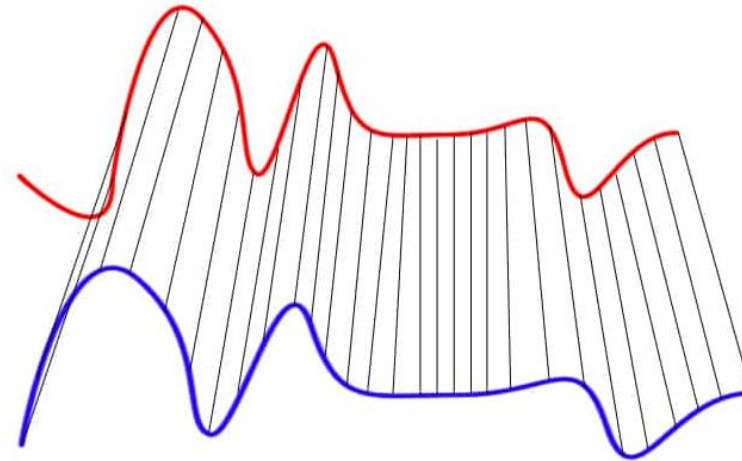
# Correlatie - bevindingen

- De correlatie is in het algemeen zwak : waarden typisch kleiner dan 0,25
- Bij de patienten werden alle leeftijdsgroepen behouden, onafgezien van de aantallen. Dit geeft vertekent het beeld in geval van te kleine aantallen.

# Dynamic Time Warping

Dynamic Time Warping of DTW meet de afstand tussen tijdsreeksen op met een niet-euclidische metriek

Gezien de schaalverschillen en niet de perfecte synchronisatie is dit meer aangewezen voor deze case



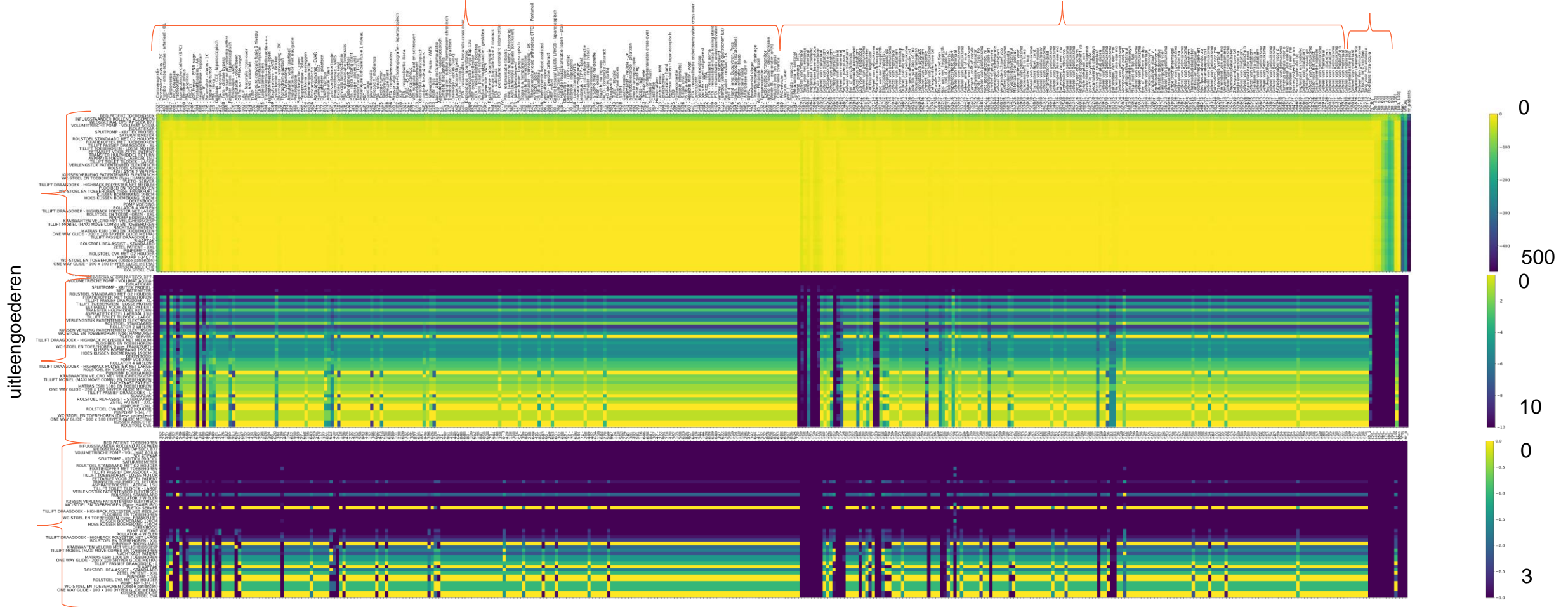
# Afdeling V270 - onderlinge afstand

Niet genormaliseerd

ingrepen

apotheekprestaties

leeftijden



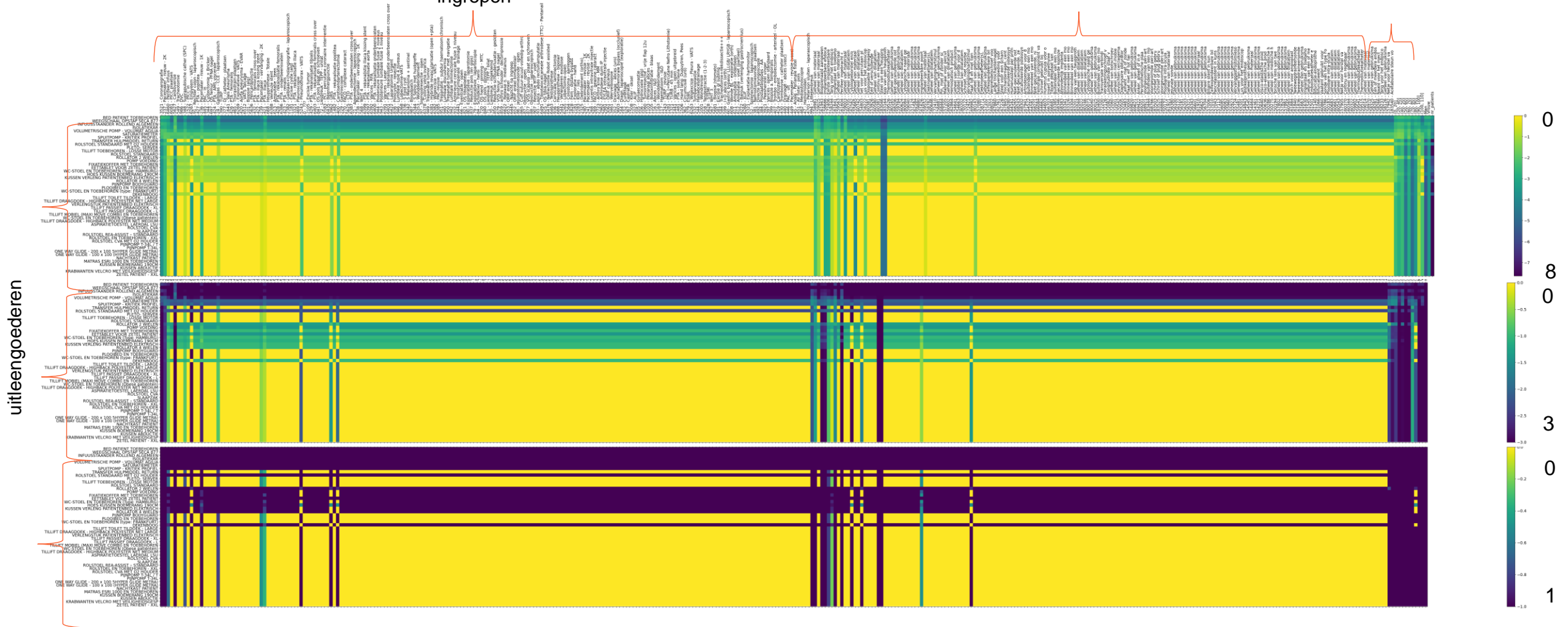
# Afdeling V270 - onderlinge afstand

Genormaliseerd

ingrepen

apotheekprestaties

leeftijden



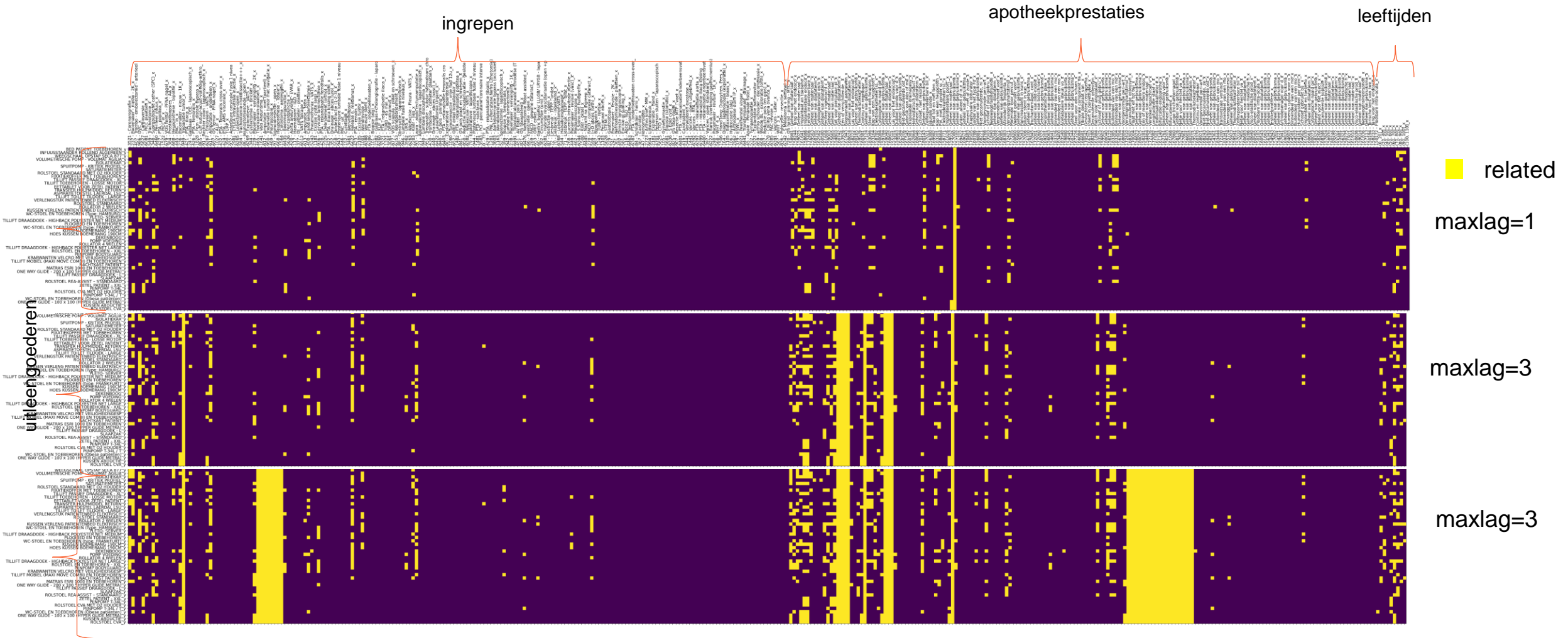
# Bevindingen

- In tegenstelling met de standaard correlatie methode vindt DTW wel een correlaties tussen de uitleen goederen enerzijds en de ingrepen en apotheekprestaties anderzijds.
- Het lijkt er echter op dat deze methode te weinig onderscheid kan maken tussen de ingrepen/apotheekprestaties onderling. Ze vindt de tijdsreeksen te gelijkend.
- De mindere correlatie met de meest gebruikte uitleengoederen (bovenaan de lijsten) is vermoedelijk het gevolg van de schaalverschillen.

# Granger causality

- Granger causality test is statistische methode om de “predictive causality” tussen 2 tijdsreeksen te testen.
- The null hypothese is dat de reeksen niet gerelateerd zijn
- Er worden 4 testen gebruikt waarbij een maximale “lag” wordt opgegeven. De methode test voor alle verschuivingen tot en met de maximale lag.
- De resultaten zijn p-waarden voor elke test en verschuiving
- Het beste resultaat (laagste p-waarde werd weerhouden)
- De drempel van 0,05 werd gebruikt om de hypothese te aanvaarden of te verwerpen

# Afdeling V270 – granger causality





# Conclusies

- De correlatie analyses tussen de verschillende tijdsreeksen op basis van toont slechts een zwak verband tussen de aantallen van de patient gerelateerde data op een afdeling en de aantallen van soorten uitleengoederen
- De andere methoden geven ook geen eenduidig beeld.
- De onderzoeksvraag lijkt daarom op een null bevinding uit te komen : de verzamelde patient data lijken niet in staat om de aantal van uitleengoederen op niveau van de afdeling te kunnen voorspellen
- Mogelijke oorzaken:
  - niet afdoende datakwaliteit voor deze onderzoeksvraag
  - onvoldoende data/slechte periode om verbanden te onderscheiden van adhoc gebeurtenissen
  - te hoog niveau van aggregatie (soorten goederen)

# Mogelijk vervolg

- Verder bespreking van de detail resultaten met de domein experts
- Focus op bepaalde goederen ipv soorten goederen
- Collectie van gegevens over een langere periode