

Model hydrogeologiczny

Rezultat projektu D.T 3.9.4

ZAMAWIAJĄCY:

MIASTO BYDGOSZCZ
UL. JEZUICKA 1
85-102 BYDGOSZCZ

WYKONAWCA

PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE
WE WROCŁAWIU PROXIMA S.A.
UL. KWIDZYŃSKA 71
51-415 WROCŁAW

EURO - BRANCH
UL. ZWYCIĘSKA 36/6
53-033 WROCŁAW



PROXIMA

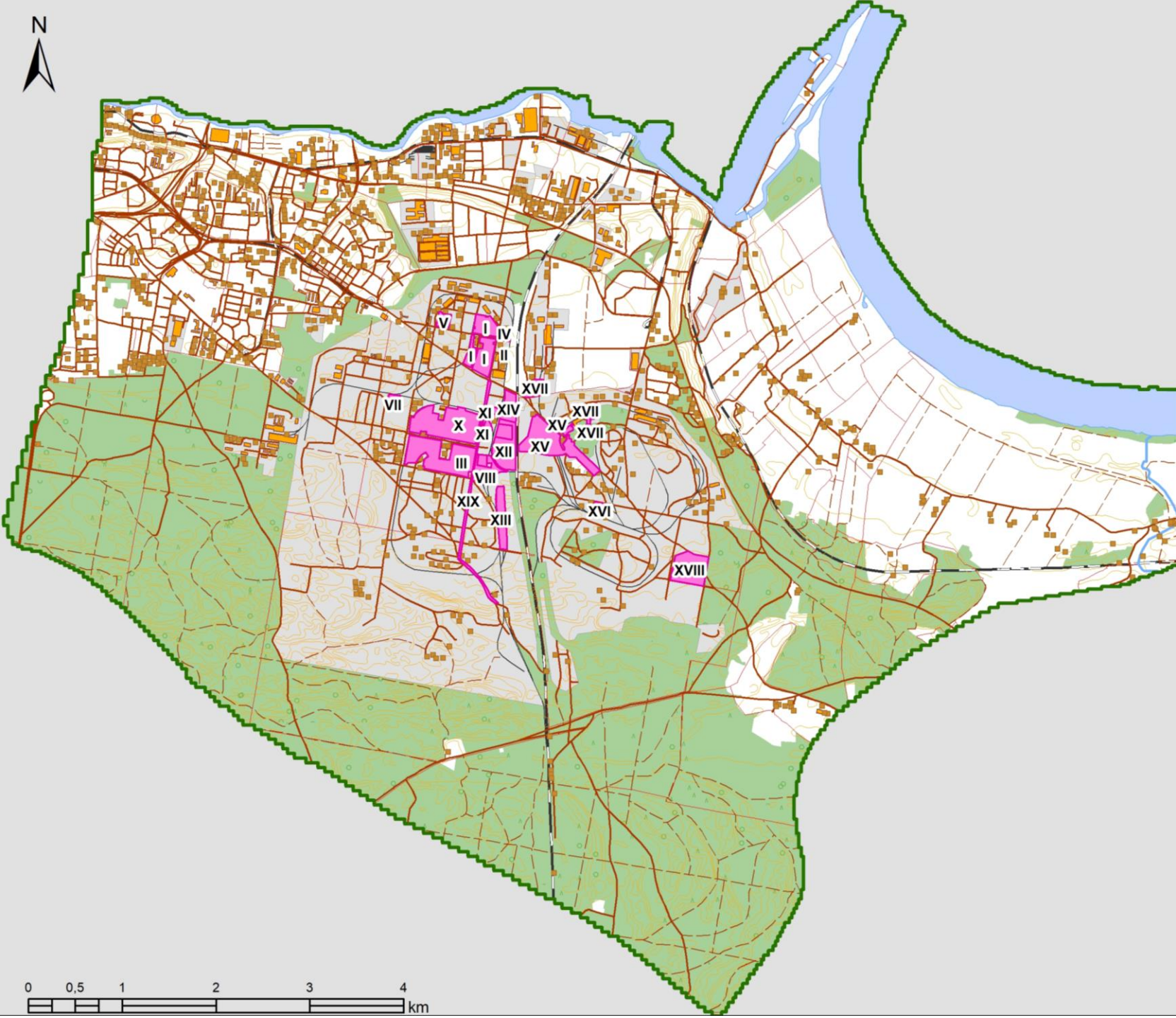


Konspekt:

- Wstęp / Cel pracy
 - Obszar badań
 - Ogniska zanieczyszczeń
 - Identyfikacja głównych składników zanieczyszczeń / parametry wejściowe
 - Budowa modelu numerycznego
 - Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń
 - Podsumowanie
-

Wstęp / Cel pracy

- Niniejsza praca realizowana jest w ramach działania pilotażowego Projektu GreenerSites Environmental Rehabilitation of Brownfield Sites in Central Europe CE394.
 - Powyższy Projekt jest współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Interreg Europa Środkowa.
 - Greener Sites to projekt współpracy międzynarodowej, którego partnerzy dążą do poprawy zarządzania środowiskowego niewykorzystanymi lub niedostatecznie wykorzystanymi obszarami przemysłowymi.
 - Głównym celem niniejszego opracowania było opracowanie numerycznego modelu hydrogeologicznego, na podstawie którego wykonane zostały prognozy dalszego przemieszczania się zanieczyszczeń w wodach podziemnych w kierunku obszarów zamieszkałych przez ludzi.
-



OBJAŚNIENIA:

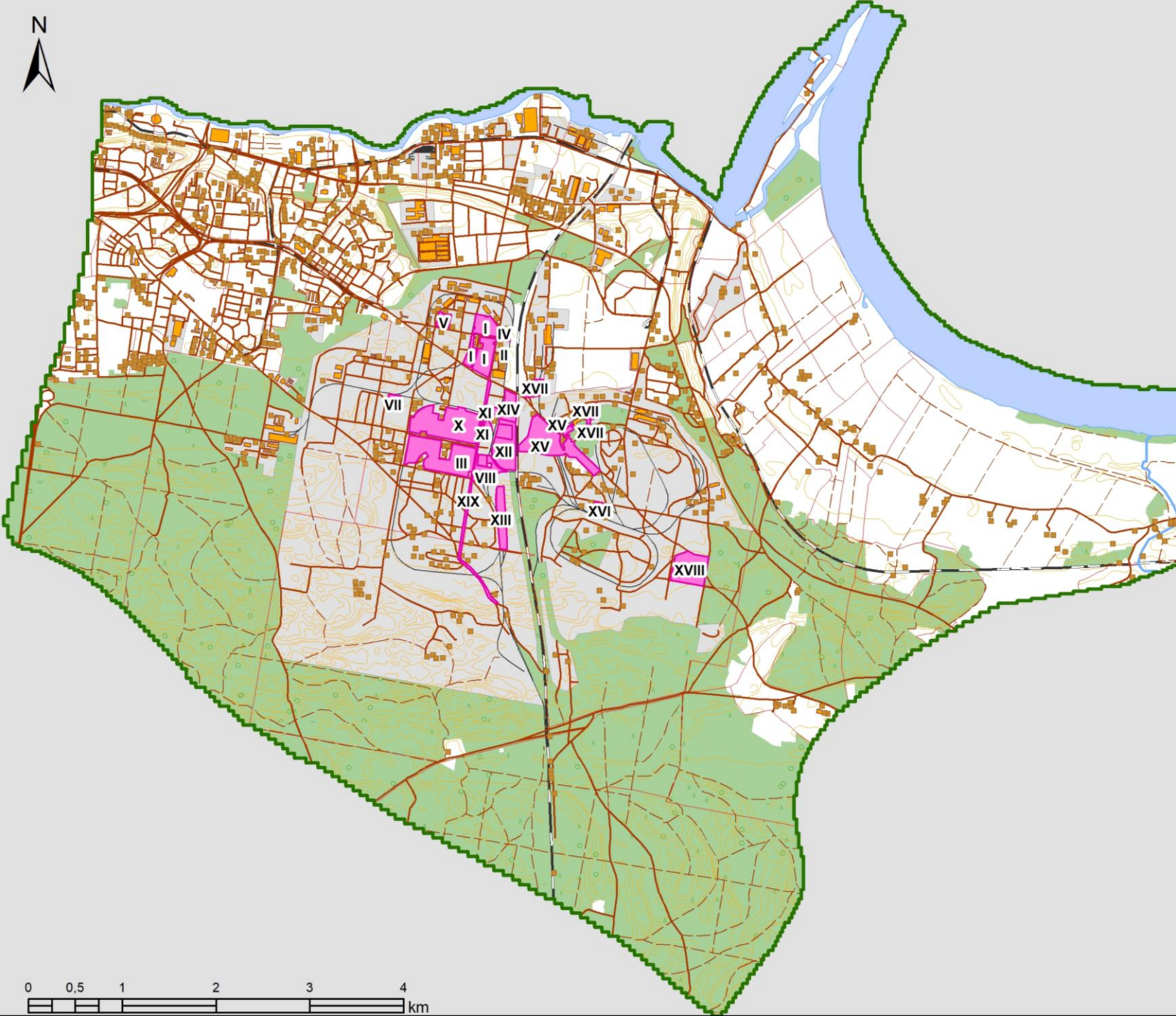
- obszar aktywnego modelu
- nieaktywna część modelu
- lokalizacja ognisk zanieczyszczeń wg RDOŚ
- obreby ewidencyjne

Obszar badań





Obszar dokumentowanych badań położony jest w środkowo-zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego.

Administracyjnie przynależy do powiatu bydgoskiego i toruńskiego. Pod względem hydrograficznym charakteryzowany teren należy do zlewni rzeki Wisły. Głównymi ciekami powierzchniowymi są: Wisła i jej lewobrzeżny dopływ rzeka Brda.

Badania modelowe migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych przeprowadzono na modelu o całkowitej powierzchni **73,78 km**.



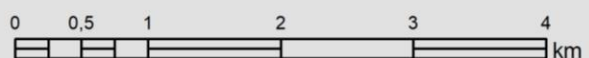
OBJAŚNIENIA:

-  obszar aktywnego modelu
-  nieaktywna część modelu
-  lokalizacja ognisk zanieczyszczeń wg RDOŚ
-  obreby ewidencyjne

Ogniska zanieczyszczeń

Ogniska zanieczyszczeń

I	Obszar Zakładu Barwników
II	Dół po odpadach barwnikarskich
III	Obszar Instalacji Kompleksu Monomerów
IV	Centrala 'zimna'
V	Rejon PURINOVA (dawny T-7300)
VI	Miejsce gaszenia smół z TDI - dawny mogilnik
VII	Teren elektrolizy solanki, zbiorniki solanki
VIII	Magazyn propylenu
IX	Składowisko popiołów i żużli EC
X	Teren zanieczyszczony TDI/TDA
XI	Obszar instalacji EPI epichlorohydryny
XII	SOE - staw osadowy (epiclorohydryny)
XIII	Obszar składowiska przy ul. Lisiej
XIV	Obszar CSN (Centralnej Stacji Neutralizacji)
XIX	Trasa rurociągu solanki
XV	Obszar trzech składowisk (dołów) szlamu anilinowego
XVI	Obszar instalacji DNT Dinitrotoluenu
XVII	Teren starej kotłowni
XVIII	Kompleks składowisk przy ul. Zielonej

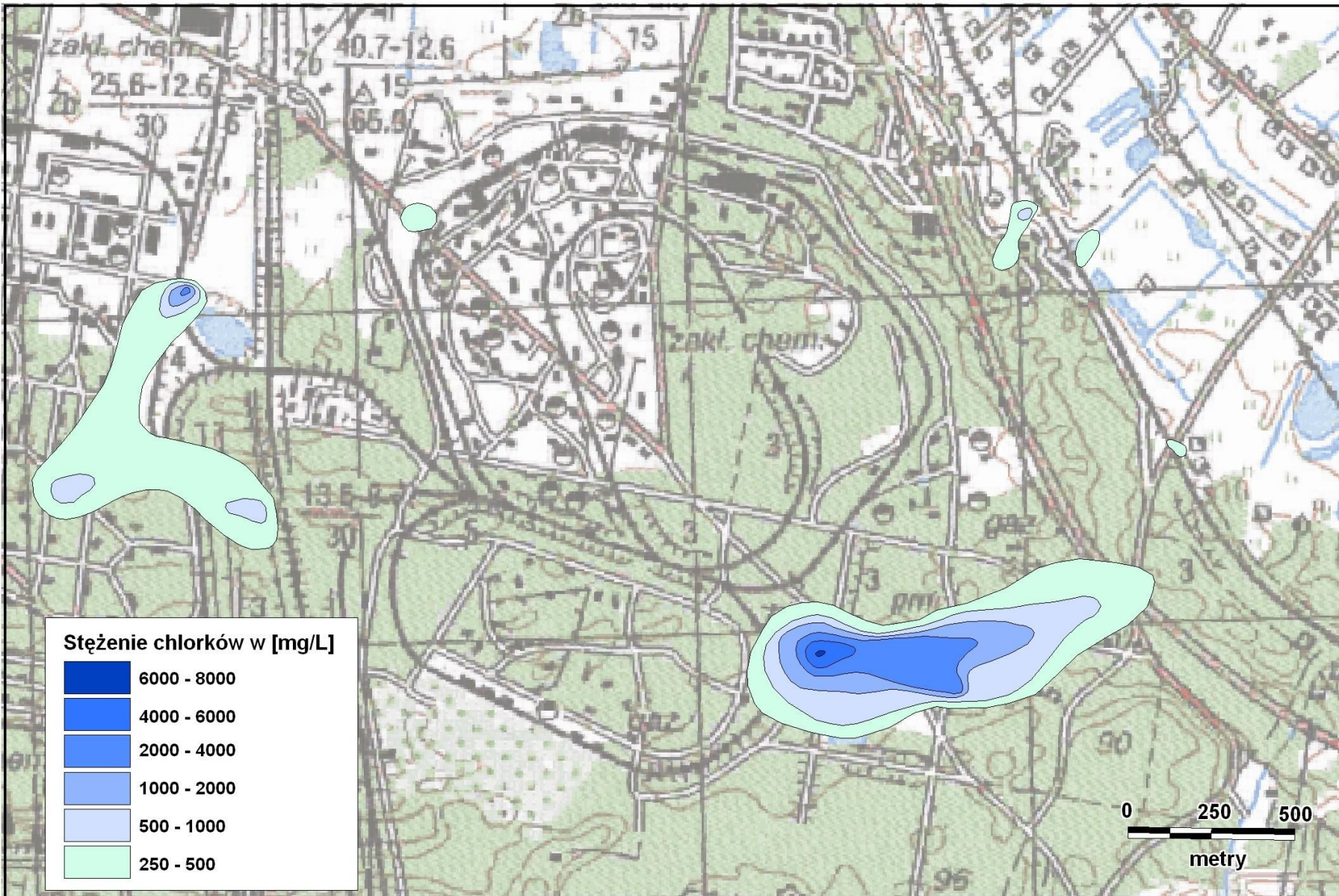


Identyfikacja głównych składników zanieczyszczeń / parametry wejściowe

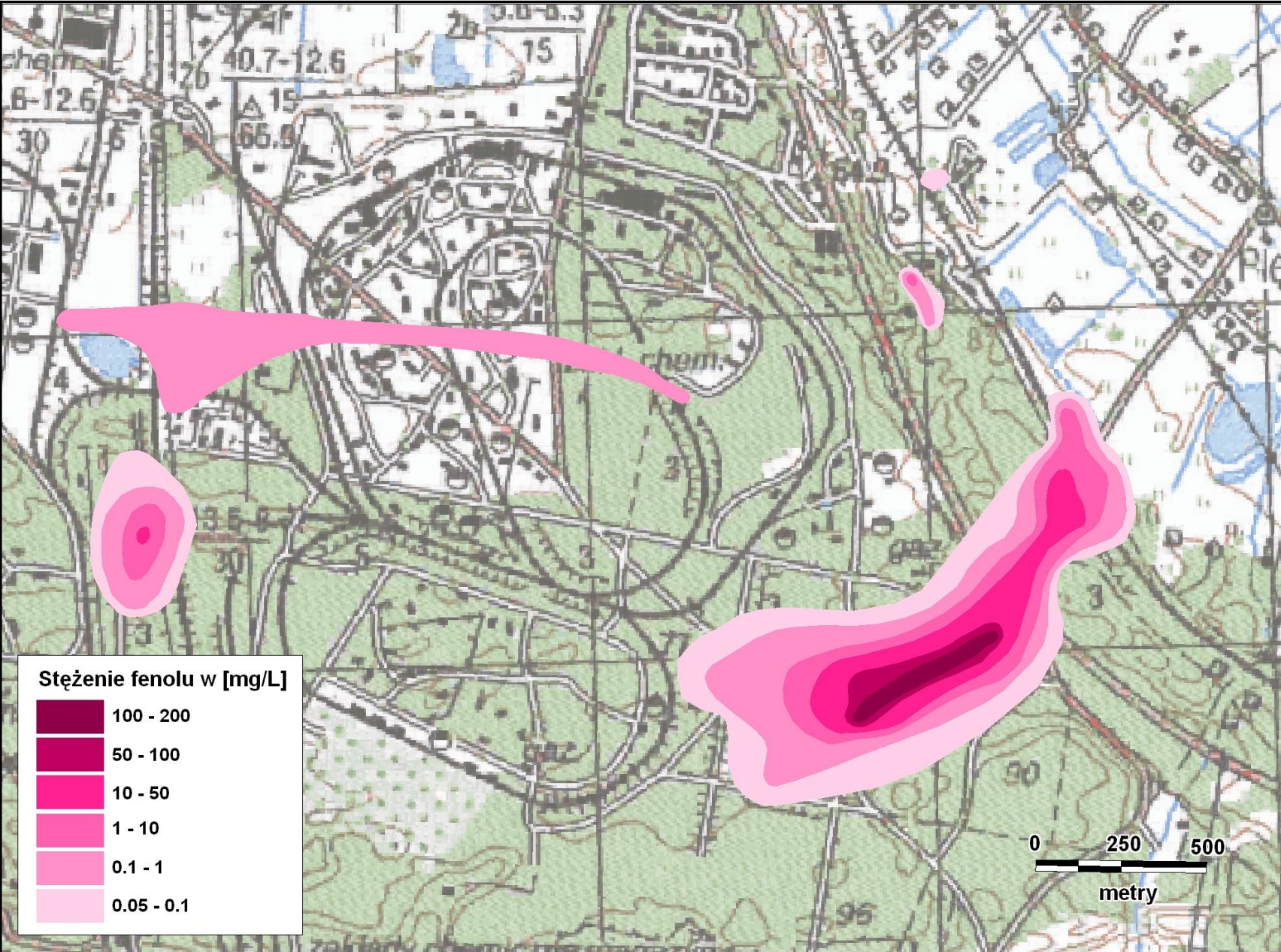
- W celu określenia składników zanieczyszczenia wód podziemnych łącznie na potrzeby niniejszego opracowania zinwentaryzowano, uzyskano i wykorzystano analizy fizykochemiczne ze 128 otworów hydrogeologicznych w tym: 83 piezometrów, 33 studni głębinowych oraz 12 studni kopanych (gospodarskich).
 - Na podstawie przeprowadzonej analizy materiałów archiwalnych zidentyfikowano 8 głównych składników zanieczyszczenia wód podziemnych, które podlegały dalszej analizie z wykorzystaniem modelu numerycznego, należą do nich: związki nieorganiczne: *siarczany i chlorki* oraz organiczne: *fenol, anilina, toluidyna, toluenodiamina, chloroanilina* oraz *nitrobenzen*.
 - Podstawowymi danymi wejściowymi do modelu są zinwentaryzowane i udokumentowane strefy zanieczyszczeń wód podziemnych (tak zwane „chmury zanieczyszczeń”).
 - Na podstawie wybranych parametrów wykonano mapy stref zanieczyszczeń wód podziemnych w postaci zasięgów chmur zanieczyszczeń rozprzestrzeniających się od źródła.
-



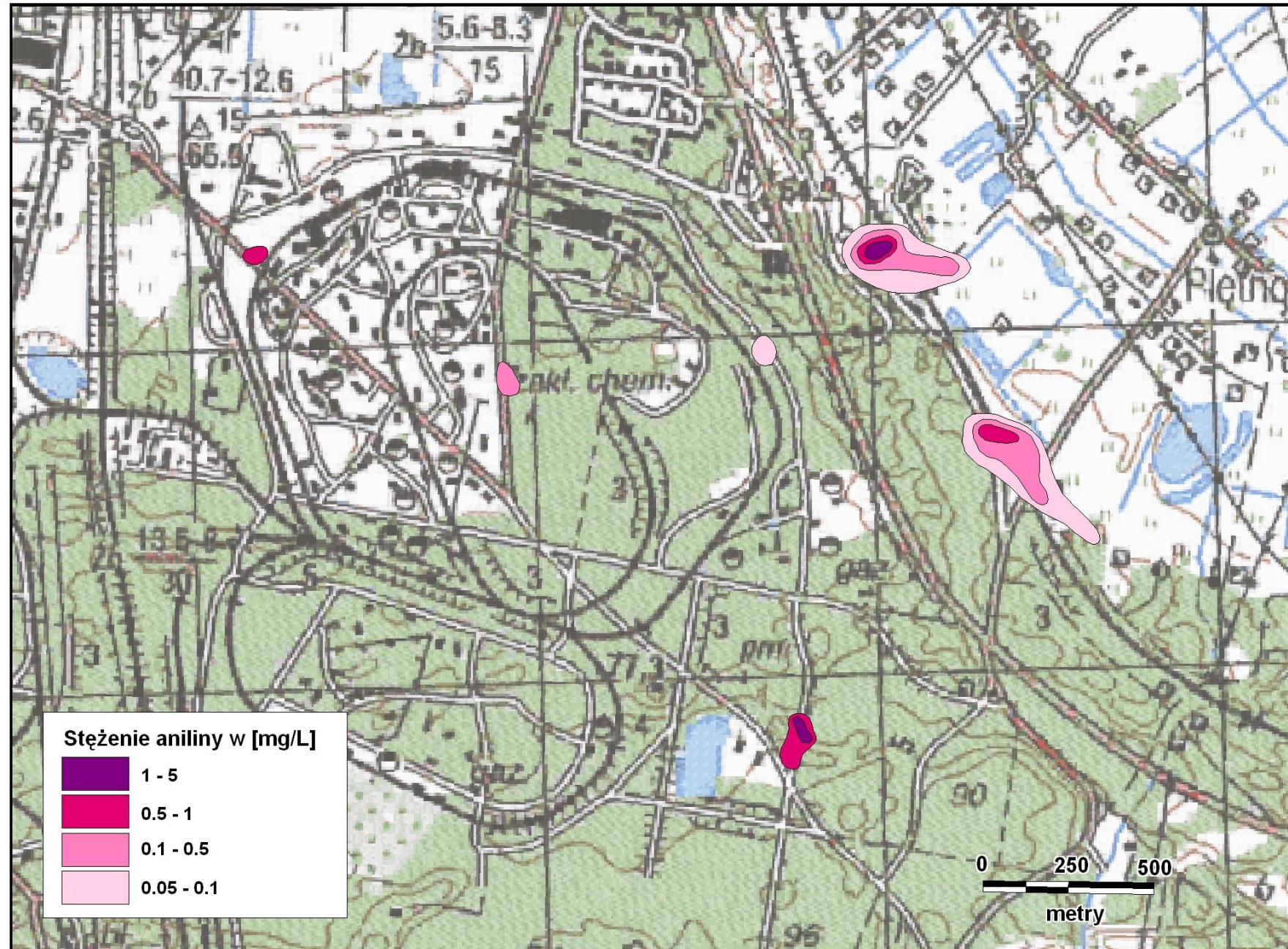
Najwyższe (ponad 3000 mg/L) stężenia *siarczanów* zlokalizowano w rejonie składowiska przy ulicy Zielonej. W części studni gospodarskich w rejonie osiedla Łęgnowo wieś zawartości siarczanów również są wysokie. Nieco mniejsze stężenia tego związku w wodach podziemnych obserwuje się w rejonie składowiska przy ulicy Lisiej a także w pobliżu dawnego Stawu osadowego epichlorydyny czyli w centralnej części obszaru przemysłowego dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem”.



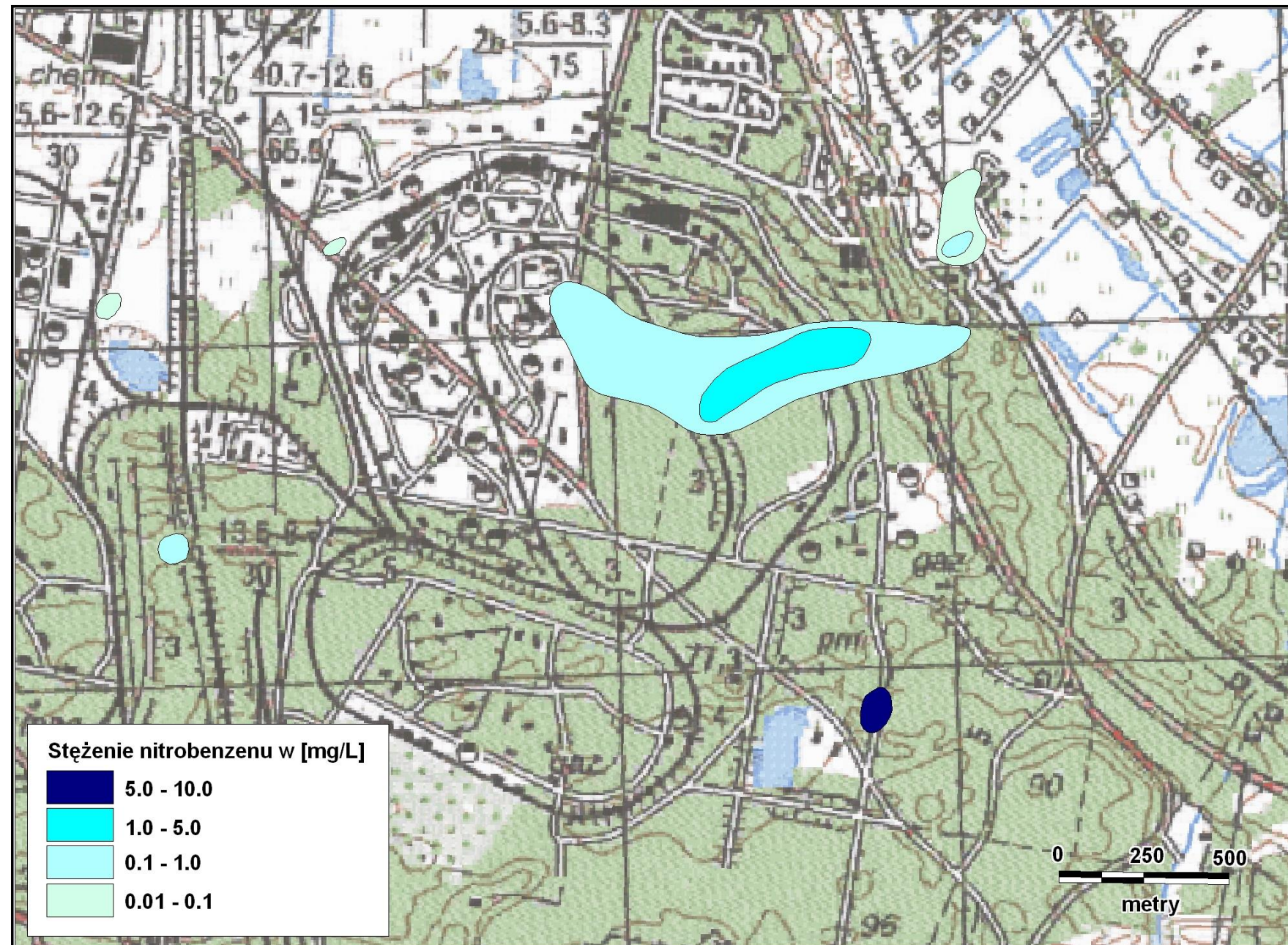
Podobnie jak w przypadku siarczanów najwyższe stężenia **chlorków** obserwuje się w wodach podziemnych na składowisku przy ulicy Zielonej i wynoszą one ponad 6000 mg/L. Nie stwierdzono natomiast wysokich stężeń chlorków w wodach podziemnych w rejonie osiedla Łęgowo wieś. W rejonie składowiska przy ulicy Lisiej a także w pobliżu dawnego Stawu osadowego epichlorydyny oraz składowiska popiołów i żużli czyli w centralnej części badanego obszaru maksymalne stężenie chlorków wynosi ok. 3000 mg/L.



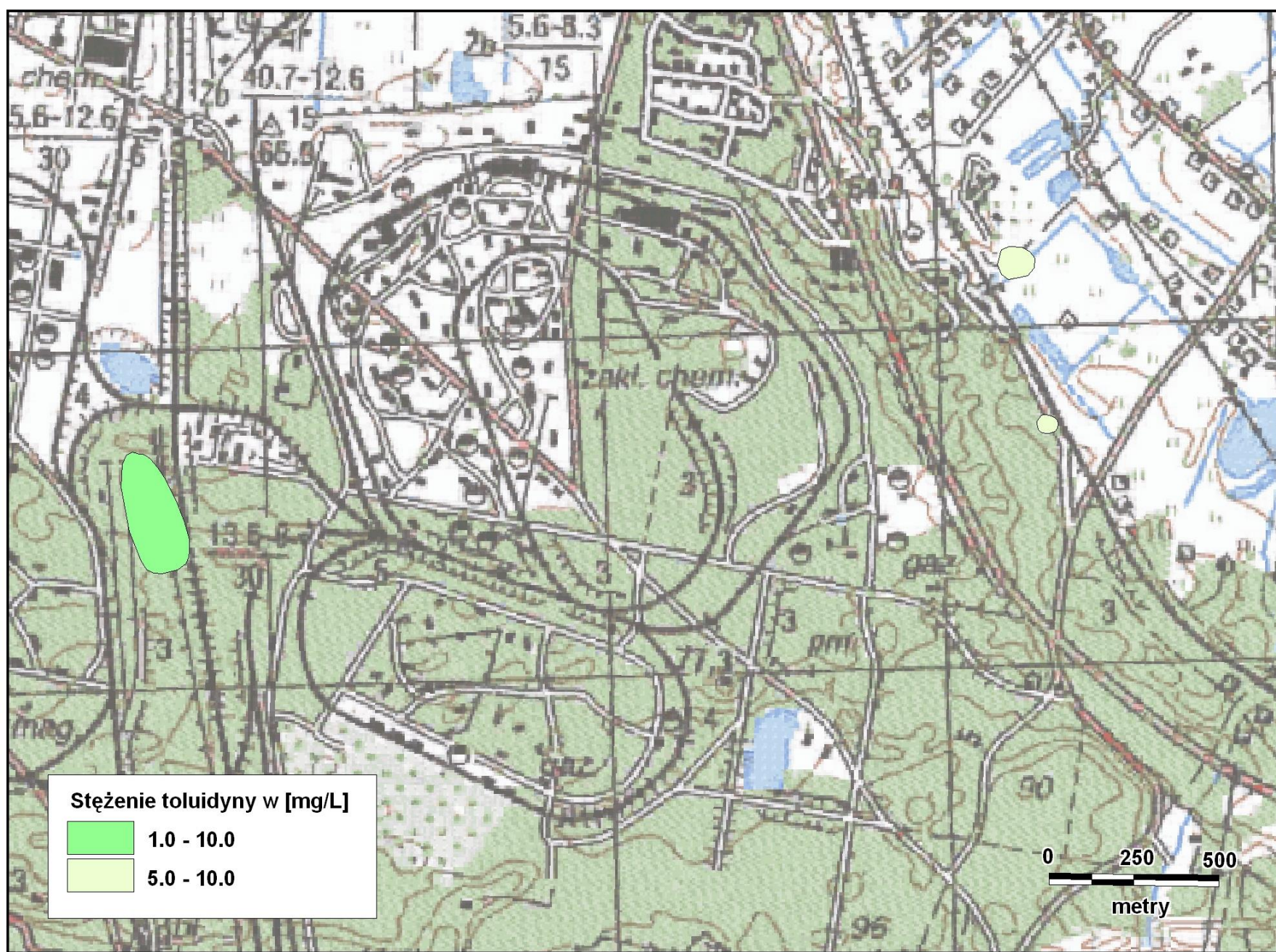
Bardzo wysokie (ok. 175 mg/L) stężenia *fenolu* obserwuje się w wodach podziemnych w rejonie składowiska przy ul. Zielonej. Ponadnormatywne stężenia fenolu w wodach podziemnych obserwuje się również w rejonie składowiska przy ulicy Lisiej a także w pobliżu dawnego Stawu osadowego epichlorydyny oraz składowiska popiołów i żużli czyli w centralnej części badanego obszaru.



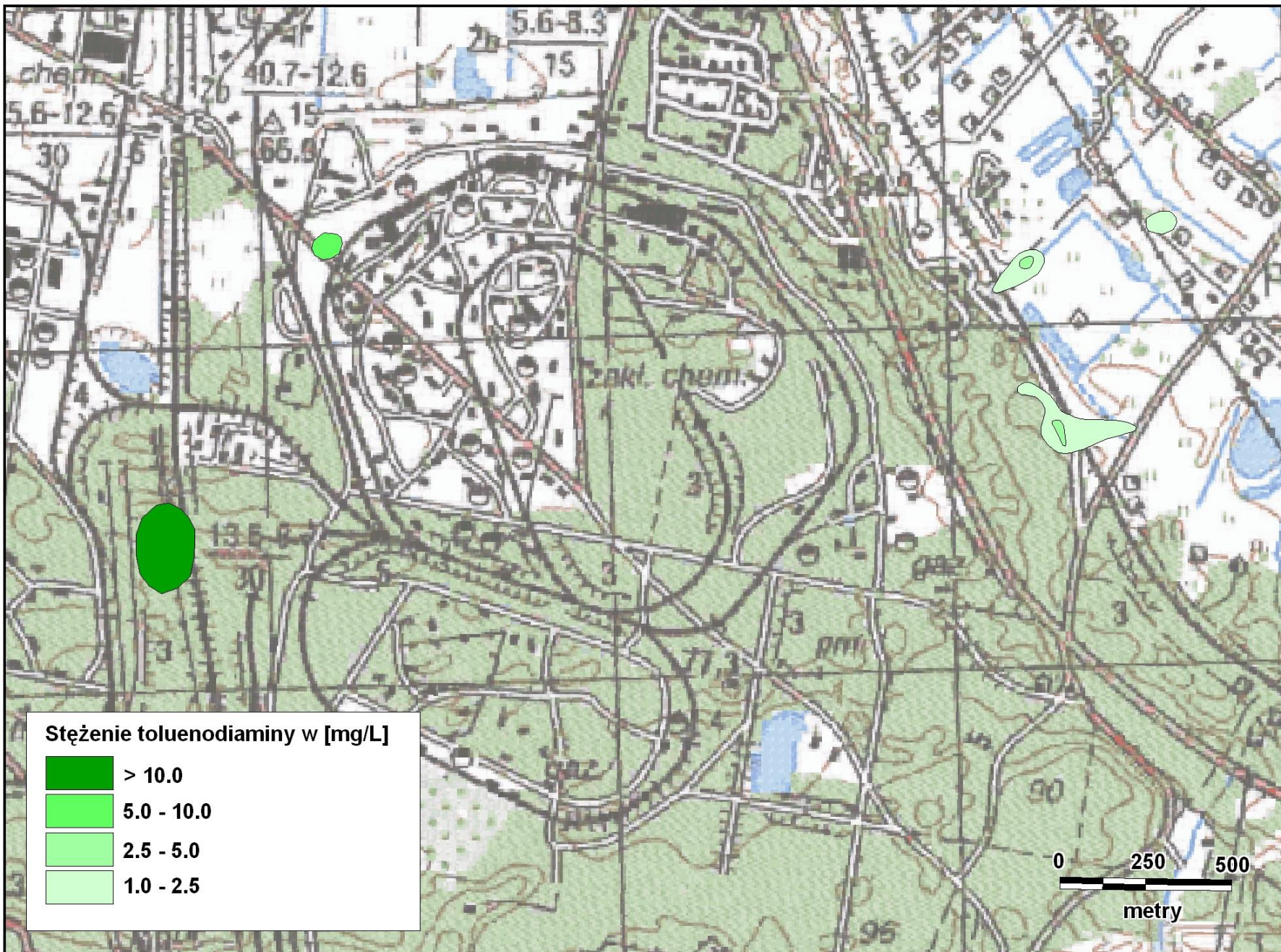
Najwyższą koncentrację *aniliny* (ponad 4 mg/L) odnotowano w rejonie ujęcia barierowego w bliskim sąsiedztwie obszarów zabudowanych – osiedla Łęgnowo wieś. Wysokie stężenia aniliny (1.4 – 1.9 mg/L) stwierdzono również w rejonie składowiska przy ul. Zielonej oraz w obszarze działania dawnych składowisk szlamu anilinowego w środkowej, centralnej części badanego obszaru.



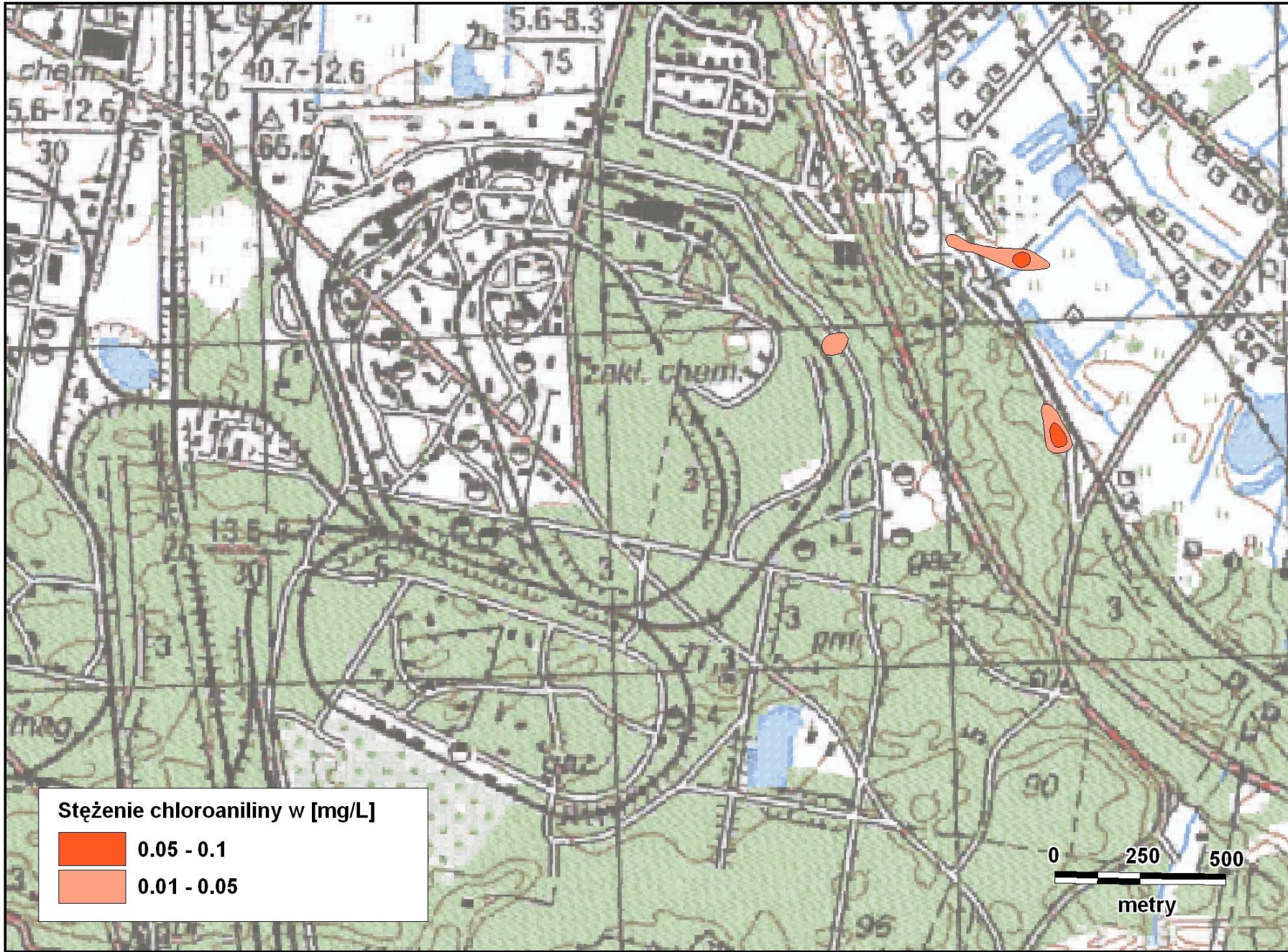
Najwyższe stężenia **nitrobenzenu** stwierdzono w rejonie składowiska przy ul. Zielonej (5.37 – 8.77 mg/L). Wysokie zawartości (1.6 – 4.4 mg/L) tego organicznego związku zaobserwowano również w rejonie występowania tzw. „soczewki nitrobenzenu” w północno wschodniej części badanego obszaru. W wodach podziemnych ujęcia barierowego obserwuje się występowanie nitrobenzenu co mogłoby świadczyć o przemieszczeniu się zanieczyszczonych wód tym składnikiem w kierunku obszarów zamieszkałych Płatnowa.



Najwyższe stężenie *toluidyny* (9 mg/L) stwierdzono w otworze badawczym w rejonie składowiska przy ul. Lisiej. Jest to wartość prawie o 3600 razy przekraczająca najwyższą dopuszczalną zawartość tej substancji określonej przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (EPA). Ponadnormatywne zawartości zaobserwowano również w nowo odwierconych otworach badawczych w rejonie ujęcia barierowego (1.04 i 1.25 mg.L).



Bardzo wysokie stężenia *toluenodiaminy* obserwuje się w centralnym obszarze badanego terenu w rejonie tzw. „Terenu zanieczyszczonego TDI/TDA – obszar poddany zanieczyszczeniu toluenodiaminą”. Najwyższe udokumentowane stężenie tego związku wynosiło – 41 mg/L. Wysokie stężenia toluenodiaminy odnotowano również w rejonie „składowisk szlamu anilinowego” (5.3 mg/L) oraz w rejonie ujęcia barierowego i pojedynczej studni gospodarskiej w obszarze osiedla Łęgnowo wieś (od 1.08 do 4.37 mg/L).



Najwyższe stężenia *chloroaniliny* stwierdzono w rejonie „ujęcia barierowego” (0.01 – 0.053 mg/L) w nowo odwierconych otworach badawczych.

Budowa modelu numerycznego

Badania modelowe migracji zanieczyszczeń zidentyfikowanych w wodach podziemnych przeprowadzono na modelu o całkowitej powierzchni **73,78 km** w przestrzeni trójwymiarowej. Model numeryczny opracowano w postaci 3 warstw numerycznych.

I warstwa – pierwszy poziom wodonośny w utworach czwartorzędowych (utwory geologiczne/skały: piaski drobne, piaski pylaste, piaski średnie, żwiry), zwierciadło swobodne,



II warstwa – w rejonie występowania utworów słabo przepuszczalnych (utwory geologiczne/skały: gliny zwałowe, pyły, mułki, iły), warstwa rozdzielająca – słabo przepuszczalna,

III warstwa – poziom użytkowy w utworach neogeńsko-paleogeńskich (utwory geologiczne/skały: piaski drobne, średnie, piaski pylaste), zwierciadło naporowe.






Model numeryczny wykonano na podstawie analizy ponad 246 otworów hydrogeologicznych, 82 otworów monitoringowych oraz archiwalnych dokumentacji i opracowań kartograficznych.

Warunki brzegowe

OBJAŚNIENIA:

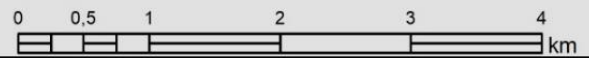
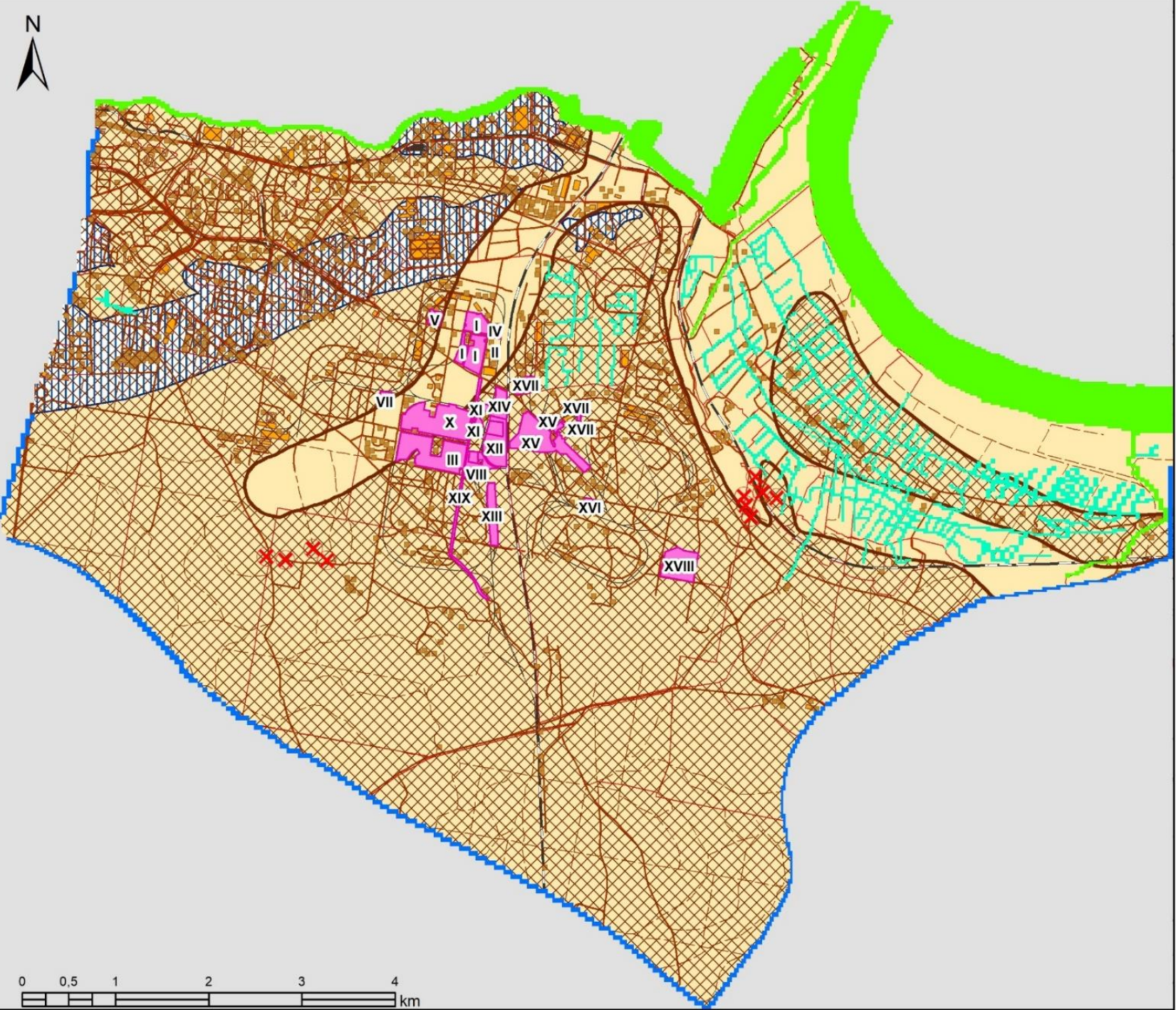
-  lokalizacja ognisk zanieczyszczeń wg RDOŚ
-  obreby ewidencyjne

Warunki brzegowe

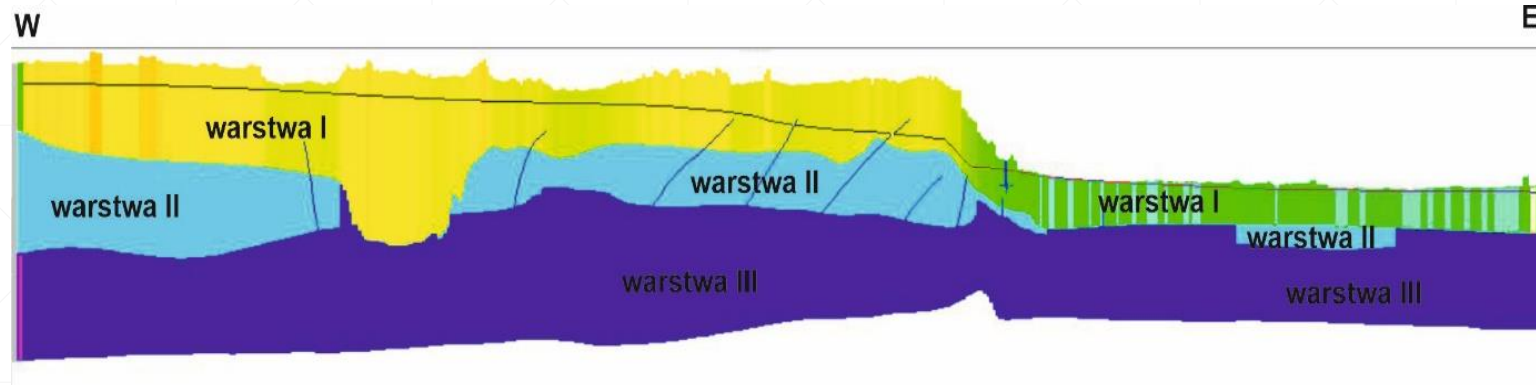
-  WELL, warunek brzegowy II-go rodzaju, $Q=const.$ poziom czwartorzędowy (Q)
-  RIVER, warunek brzegowy III-go rodzaju, $Q=f(H)$
-  DRAIN, warunek brzegowy III-go rodzaju, $Q=f(H)$
-  GHB, warunek brzegowy III-go rodzaju, $Q=f(H)$
-  NO FLOW, warunek brzegowy $Q=0$, nieaktywna część modelu

Elementy hydrostrukturalne

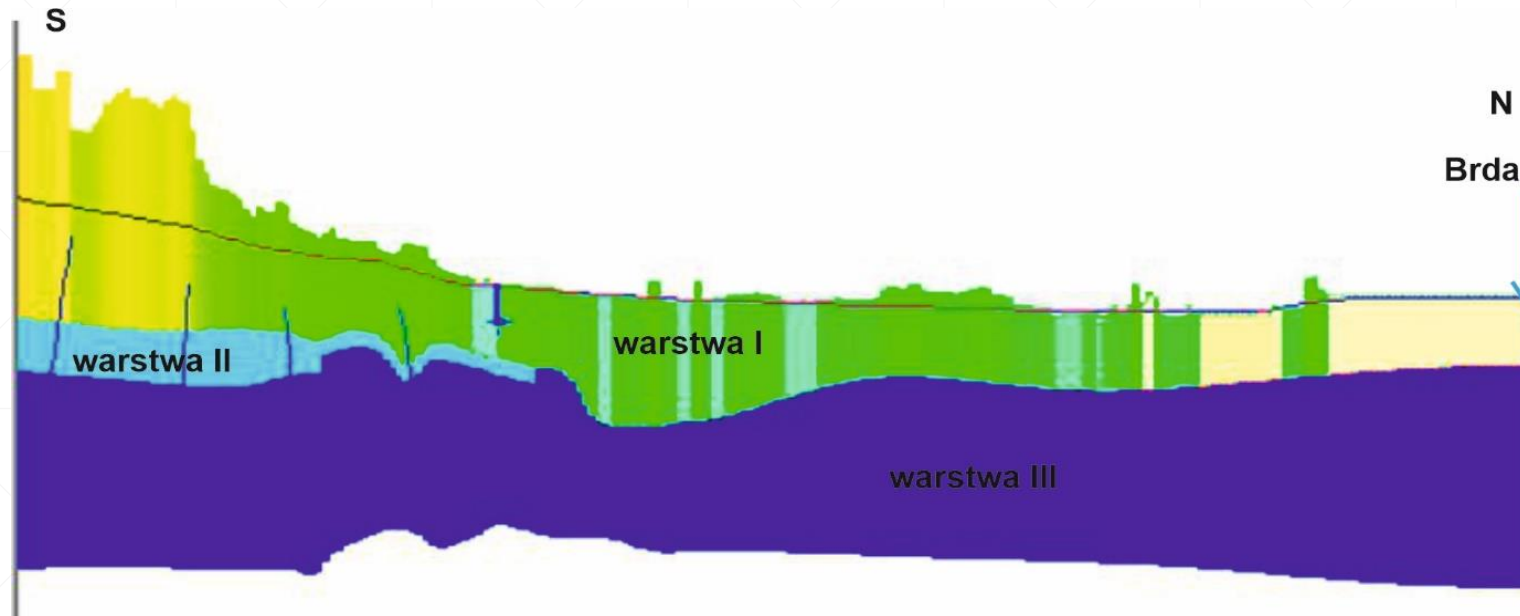
-  zasięg występowania poziomu czwartorzędowego (Q)
-  brak czwartorzędowego poziomu wodonośnego
-  zasięg występowania izolacji (gliny, ropy, mułki) pomiędzy poziomem czwartorzędowym i neogeńsko-paleogeńskim



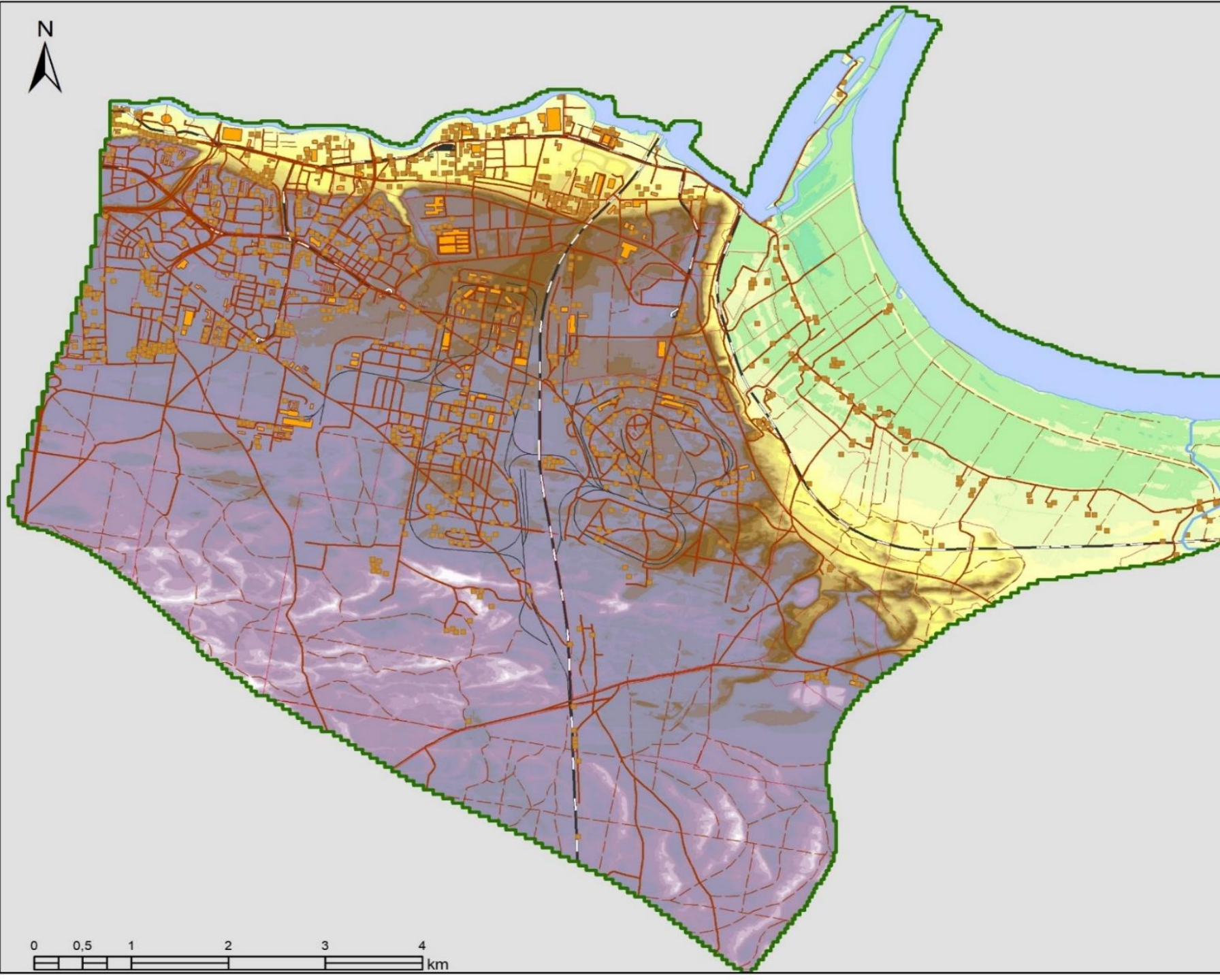
Budowa modelu numerycznego






Przekrój przez strukturę modelu numerycznego (wiersz nr 200)



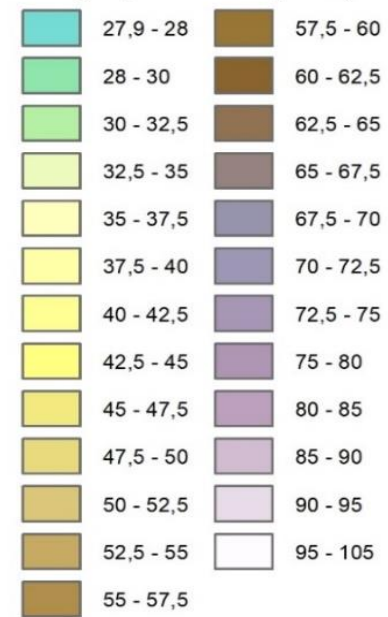
Przekrój przez strukturę modelu numerycznego (kolumna nr 281)



OBJAŚNIENIA:




-  obszar aktywnego modelu
-  nieaktywna część modelu
-  obreby ewidencyjne

Numeryczny model terenu (LIDAR)



Dyskretyzacja

OBJAŚNIENIA:

-  obszar aktywnego modelu
-  nieaktywna część modelu
-  obreby ewidencyjne

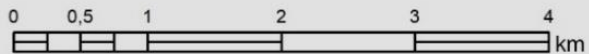
Dyskretyzacja obszaru filtracji

d x, y = 50 x 50 m
bazowa siatka dyskretyzacyjna
o wymiarach x,y = 50 m

d x, y = 25 x 25 m
siatka zagęszczona w kierunku NS EW
do rozdzielczości x,y = 25 m

d x, y = 50 x 25 m
siatka zagęszczona w kierunku EW
do rozdzielczości y = 25 m

d x, y = 25 x 50 m
siatka zagęszczona w kierunku NS
do rozdzielczości x = 25 m



Budowa modelu numerycznego



Po wykonaniu przestrzennego modelu strukturalnego w matrycę danych wprowadzono następujące parametry:

- Parametry filtracyjne, wartości współczynnika filtracji poziomej ($k_{x,y}$) i pionowej (k_z),
- Wartości porowatości efektywnej (n_e)
- Wartości odsączalności sprężystej (S_s) i grawitacyjnej (S_y),
- Zasilanie infiltracyjne (recharge)
- Warunki brzegowe wewnętrzne (river, drain, GHB)






Po kalibracji i identyfikacji modelu przepływu wód podziemnych w środowisku MODFLOW, na modelu numerycznym przeprowadzono analizę kierunków i czasów przepływu wód podziemnych z terenów przemysłowych dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem” z wykorzystaniem pakietu MODPATH oraz migracji zanieczyszczeń w środowisku MT3D DMS.

Warunki brzegowe

OBJAŚNIENIA:

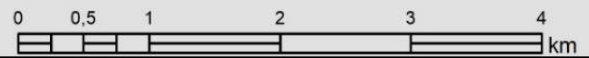
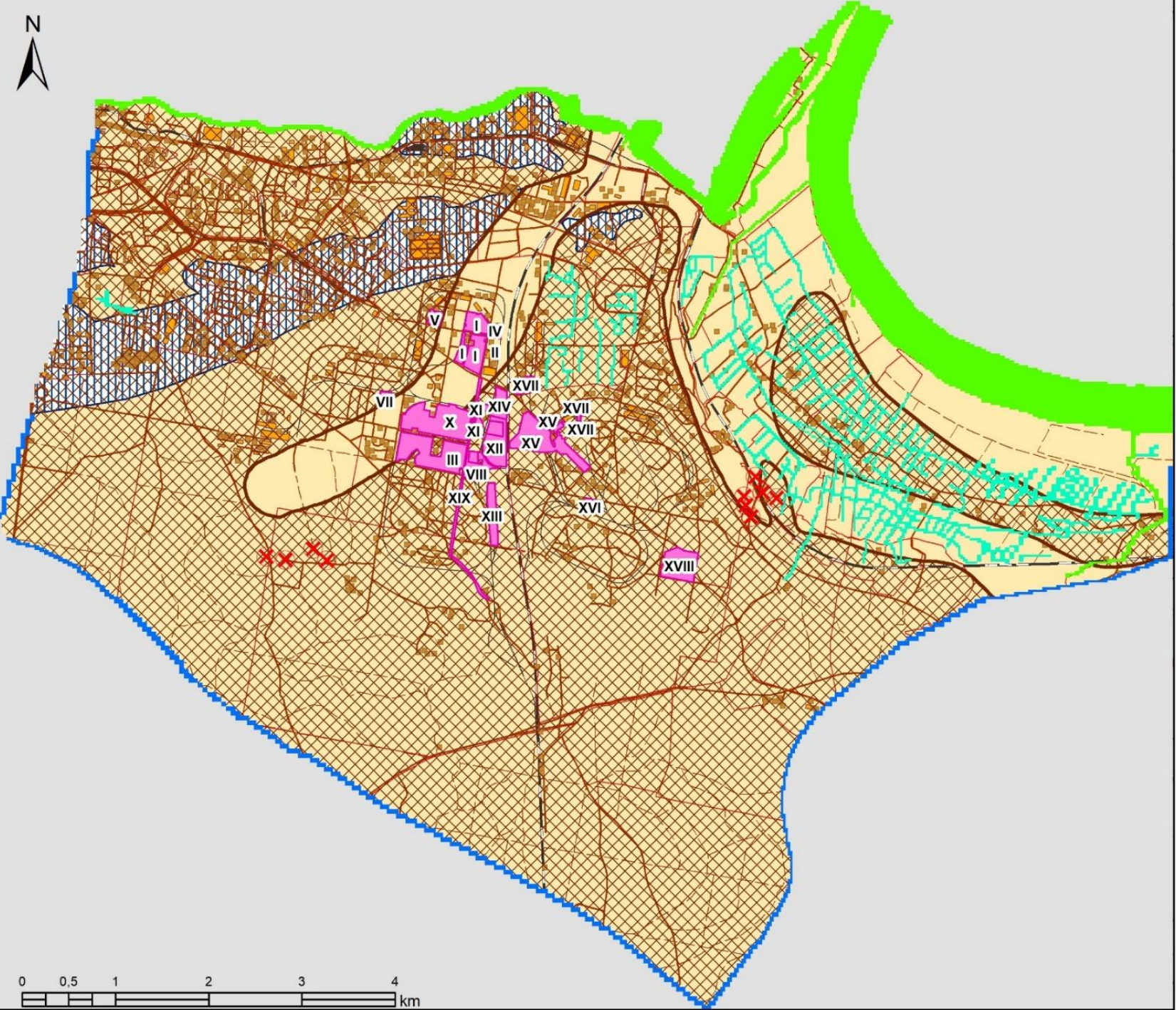
-  lokalizacja ognisk zanieczyszczeń wg RDOŚ
-  obreby ewidencyjne

Warunki brzegowe

-  WELL, warunek brzegowy II-go rodzaju, $Q=const.$ poziom czwartorzędowy (Q)
-  RIVER, warunek brzegowy III-go rodzaju, $Q=f(H)$
-  DRAIN, warunek brzegowy III-go rodzaju, $Q=f(H)$
-  GHB, warunek brzegowy III-go rodzaju, $Q=f(H)$
-  NO FLOW, warunek brzegowy $Q=0$, nieaktywna część modelu

Elementy hydrostrukturalne




-  zasięg występowania poziomu czwartorzędowego (Q)
-  brak czwartorzędowego poziomu wodonośnego
-  zasięg występowania izolacji (gliny, ropy, mułki) pomiędzy poziomem czwartorzędowym i neogeńsko-paleogeńskim












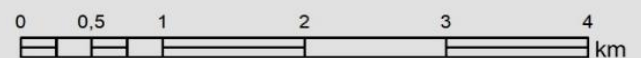
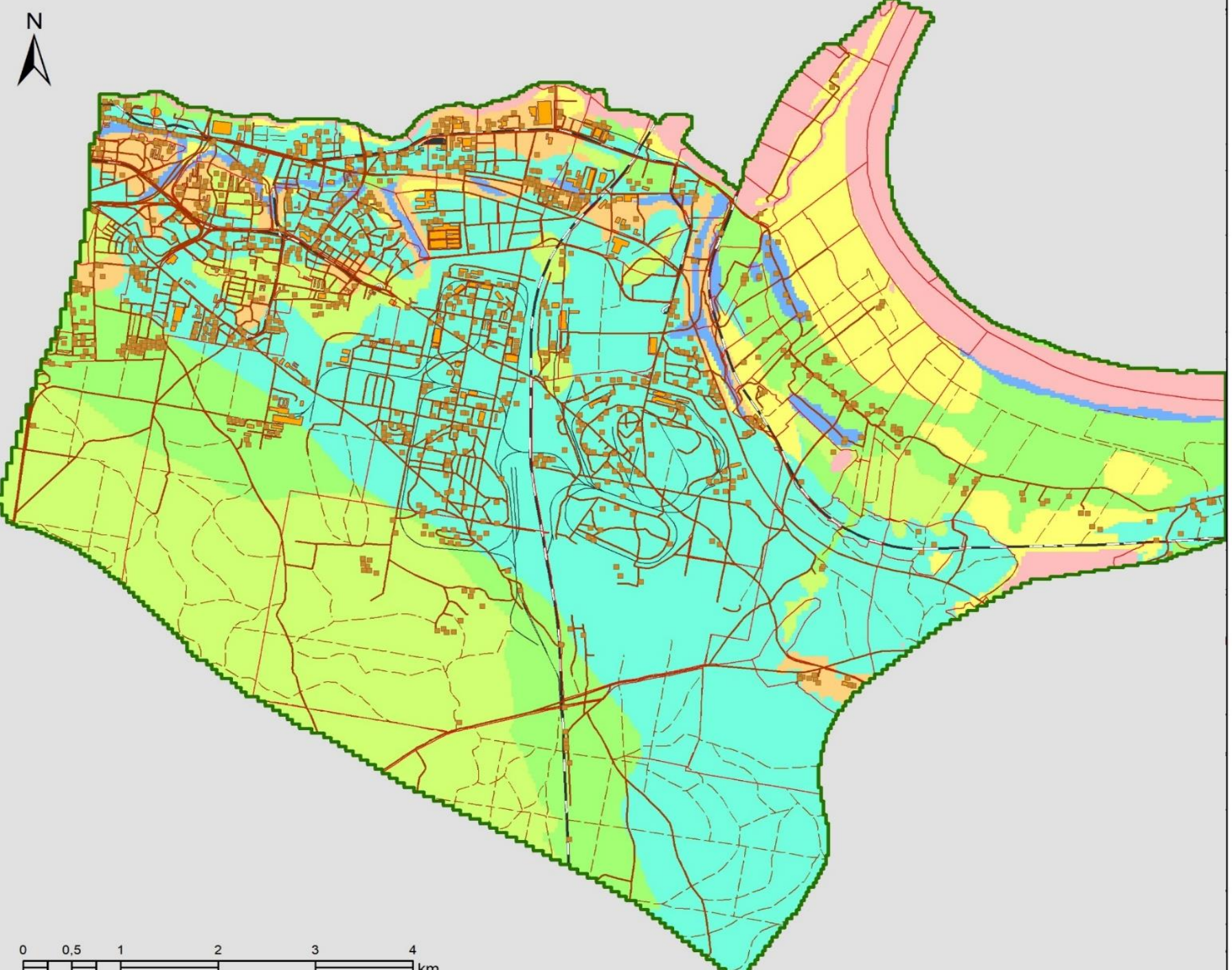
Warunki brzegowe

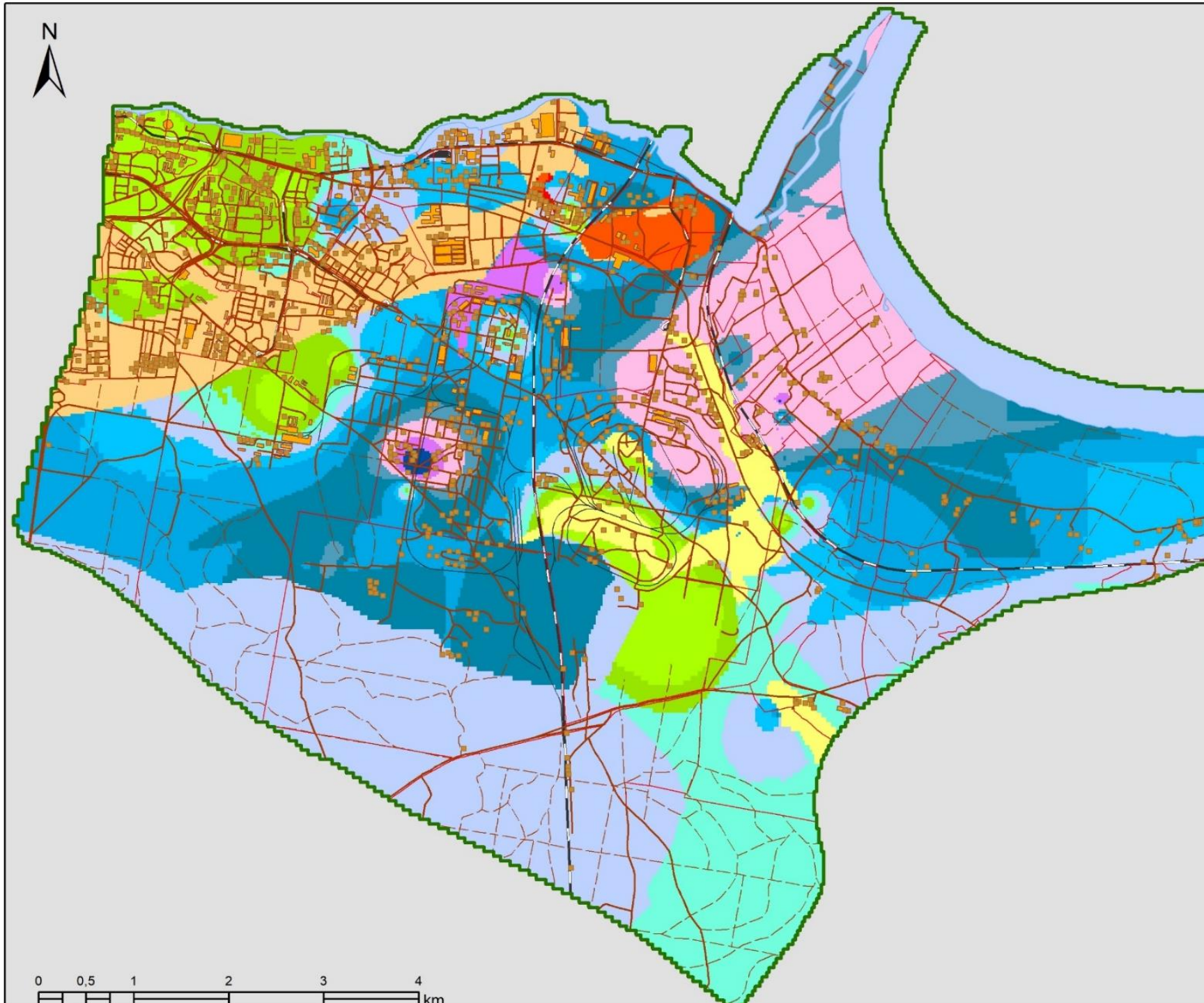
OBJAŚNIENIA:

-  obszar aktywnego modelu
-  obreby ewidencyjne
-  NO FLOW, warunek brzegowy $Q=0$, nieaktywna część modelu




Przestrzenny rozkład zasilania infiltracyjnego (m/d)

-  0,000000
-  0,000073
-  0,000116
-  0,000174
-  0,000218
-  0,00029
-  0,000363





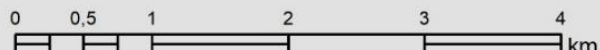
OBJAŚNIENIA:

-  obszar aktywnego modelu
-  obreby ewidencyjne
-  NO FLOW, warunek brzegowy
Q=0, nieaktywna część modelu

Przestrzenny rozkład parametrów filtracyjnych pierwszej warstwy numerycznej, czwartorzędowy poziom wodonośny

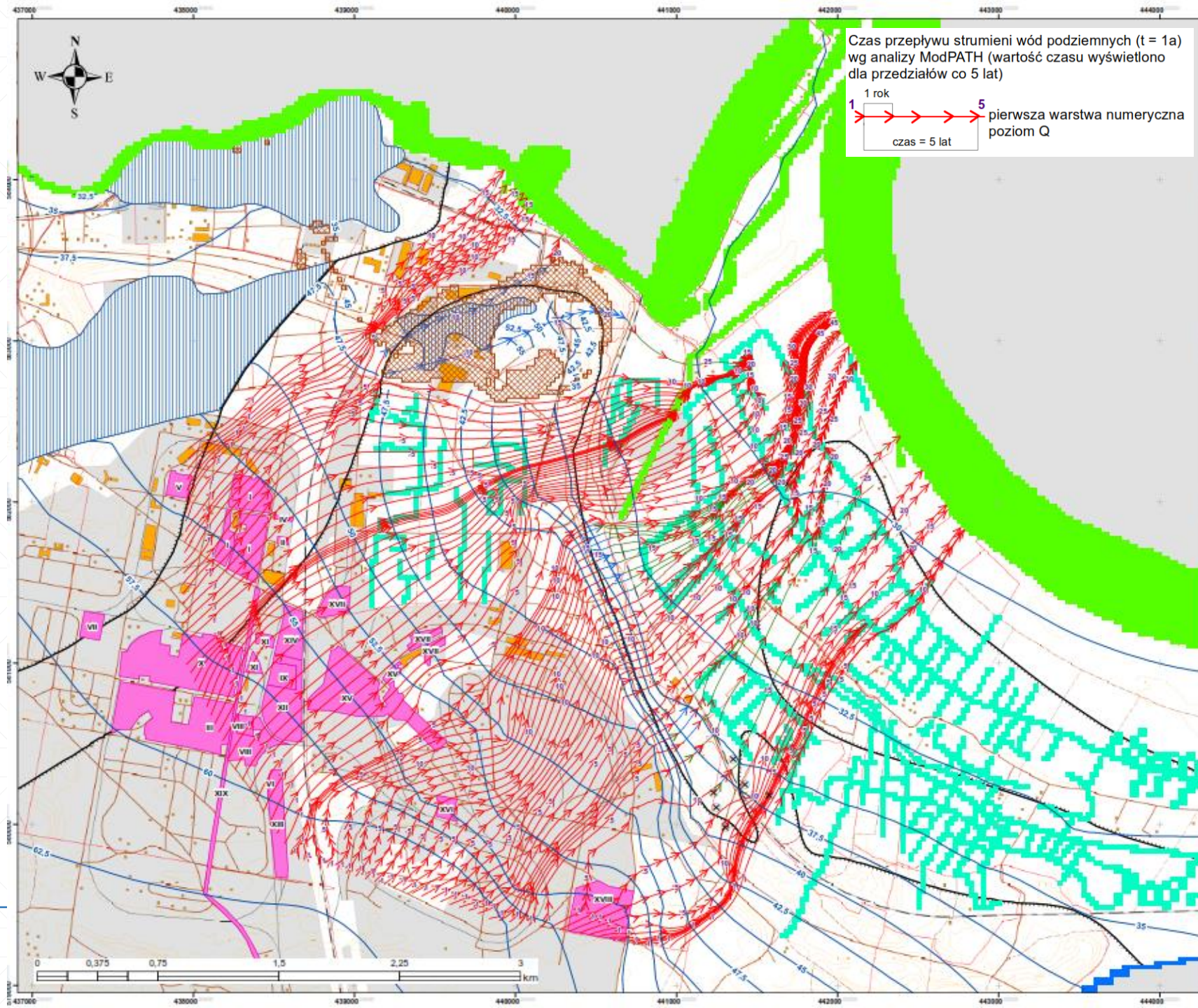
Kx,y (md)	Ss	Sy	ne	
	0,00864	0,0009	0,01	0,03
	0,04	0,0009	0,06	0,06
	0,78	0,0004	0,1	0,1
	1,58	0,0004	0,13	0,12
	3,6	0,0004	0,13	0,12
	8,13	0,0004	0,14	0,13
	13,21	0,0004	0,145	0,135
	16,25	0,0004	0,15	0,14
	18,75	0,0003	0,16	0,14
	21,25	0,0003	0,165	0,14
	23,88	0,0003	0,17	0,15
	27,6	0,0003	0,17	0,15
	31,75	0,0002	0,17	0,16
	37,8	0,00015	0,17	0,17
	44	0,00015	0,17	0,18
	52,8	0,00015	0,18	0,19
	65,86	0,00015	0,19	0,21

Parametry filtracyjne



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

W wyniku symulacji z wykorzystaniem pakietu MODPATH na modelu obliczono czas przepływu wód podziemnych ze zidentyfikowanych 19 ognisk zanieczyszczeń do Łęgnowa do granicy ulicy Toruńskiej.



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Obliczone czasy przepływu wód podziemnych przedstawiają się następująco:

- I - Obszar Zakładu Barwników – czas przepływu 6-8 lat.
 - II – Dół po odpadach barwnikarskich – czas przepływu 5-6 lat.
 - III – Obszar Instalacji Kompleksu Manomerów – czas przepływu 8-9 lat.
 - IV – Centrala „Zimna” – czas przepływu 6 lat.
 - V – Rejon PURINOVA (dawny T-7300), w przypadku rejonu PURINOVA wody podziemne zgodnie z obliczeniami płyną w kierunku rzeki Brdy z czasem przepływu wynoszącym około 15 lat
 - VI – Miejsce gaszenia smół z TDI – dawny mogilnik (odpady pogalwaniczne) – czas przepływu 9-10 lat.
 - VII – Teren elektrolizy solanki, zbiorniki solanki – czas przepływu 11 lat, wody podziemne mogą również przemieszczać się do doliny Brdy z czasem dopływu wynoszącym ok. 18-20 lat
 - VIII – Magazyn propylenu – czas przepływu 9-10 lat.
 - IX – Składowisko popiołów i żużli EC – czas przepływu 6-7 lat.
-

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

- X – teren zanieczyszczony (TDI/TDA) - obszar zanieczyszczony toluenodiaminą i toluenodiazocyanianem – czas przepływu 8-10 lat.
 - XI – Obszar instalacji EPI (epichlorydyny) – czas przepływu 7-8 lat.
 - XII – SOE – staw osadowy epichlorydyny – czas przepływu 8-9 lat.
 - XIII – obszar składowiska przy ul. Lisiej – czas przepływu 8-15 lat.
 - XIV - Obszar CSN (Centralnej Stacji Neutralizacji) – czas przepływu 6-7 lat.
 - XV – Obszar trzech składowisk (dołów) szlamu anilinowego – czas przepływu 8-10 lat.
 - XVI – Obszar instalacji DNT Dinitrotoluenu – czas przepływu 8-10 lat.
 - XVII – Teren „starej kotłowni” – czas przepływu 6-8 lat.
 - XVIII – Kompleks składowisk przy ul. Zielonej/Elektrycznej – czas przepływu 5-17 lat.
 - XIX – Trasa rurociągu solanki – czas przepływu od 6 lat w części północnej do ponad 20 w części południowej.
-

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

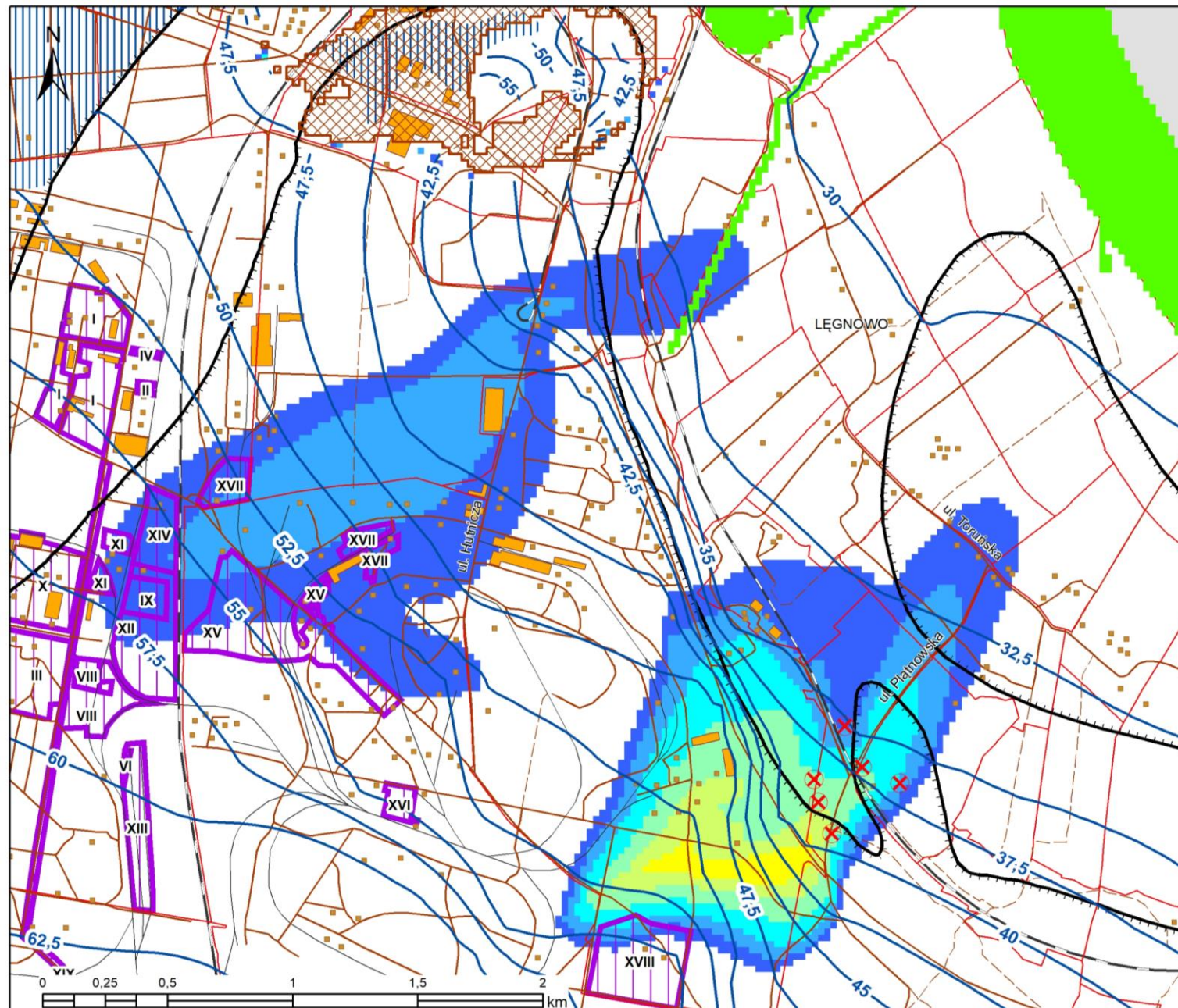
Obliczenia migracji zanieczyszczeń w środowisku MT3D DMS przeprowadzono dla wytypowanych związków chemicznych: *chlorków, siarczanów fenoli, aniliny, nitrobenzenu, toluidyny, toluenodiaminy i chloroaniliny*.

Dla trzech najlepiej udokumentowanych substancji tj.: chlorków, siarczanów i fenoli wykonano po 2 scenariusze numeryczne (symulacje prognostyczne).

- W pierwszym, uproszczonym scenariuszu, uwzględniono jedynie rozprzestrzenianie się wyinterpretowanego stężenia początkowego. Scenariusz ten zakłada brak stałego dopływu związków chemicznych ze źródeł zanieczyszczeń.
 - Drugi scenariusz poza stężeniem początkowym, uwzględnia dodatkowy dopływ zanieczyszczeń pochodzących z najlepiej udokumentowanego obiektu zanieczyszczeń i zarazem najbardziej niebezpiecznego: „Kompleksu składowisk przy ul. Zielonej/Energetycznej”.
-

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chlorki czas +5 lat
Scenariusz pierwszy

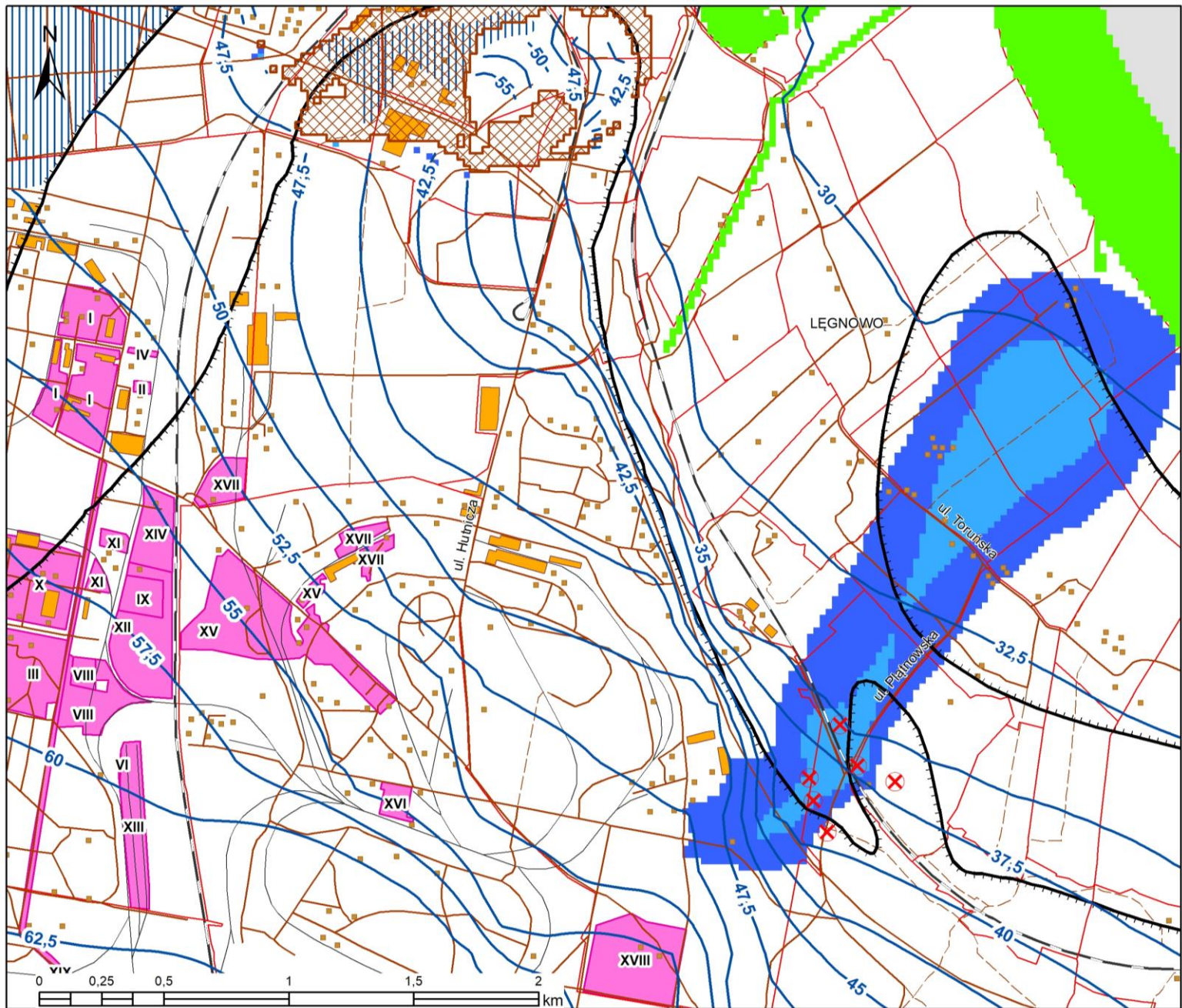


Przestrenny rozkład koncentracji
chlorków (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



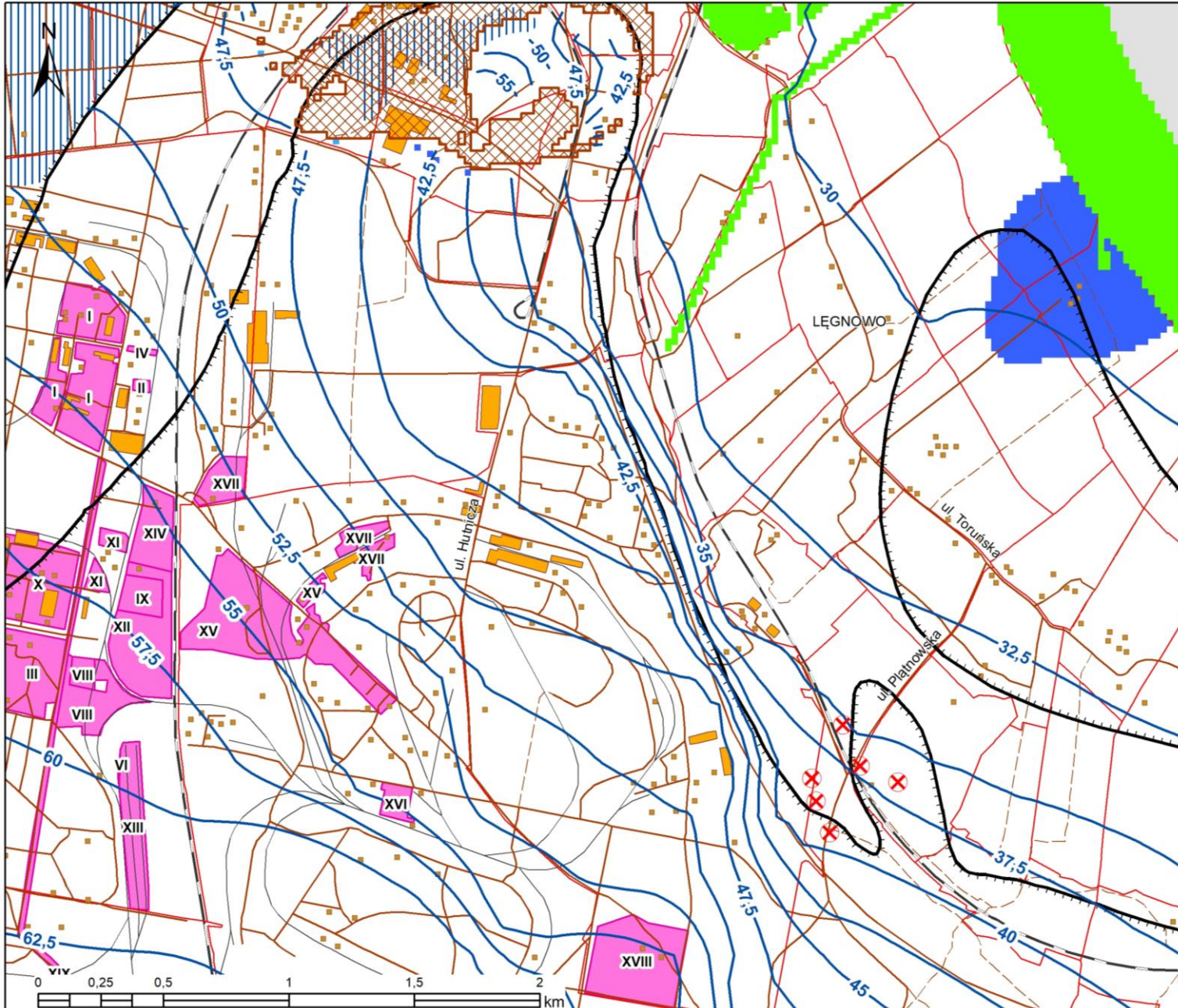
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chlorki czas +15 lat
Scenariusz pierwszy

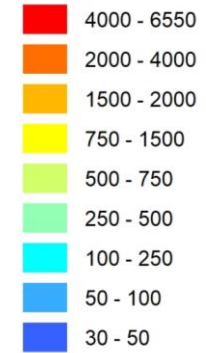


Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chlorki czas +25 lat
Scenariusz pierwszy



Przestrzenny rozkład koncentracji
chlorków (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



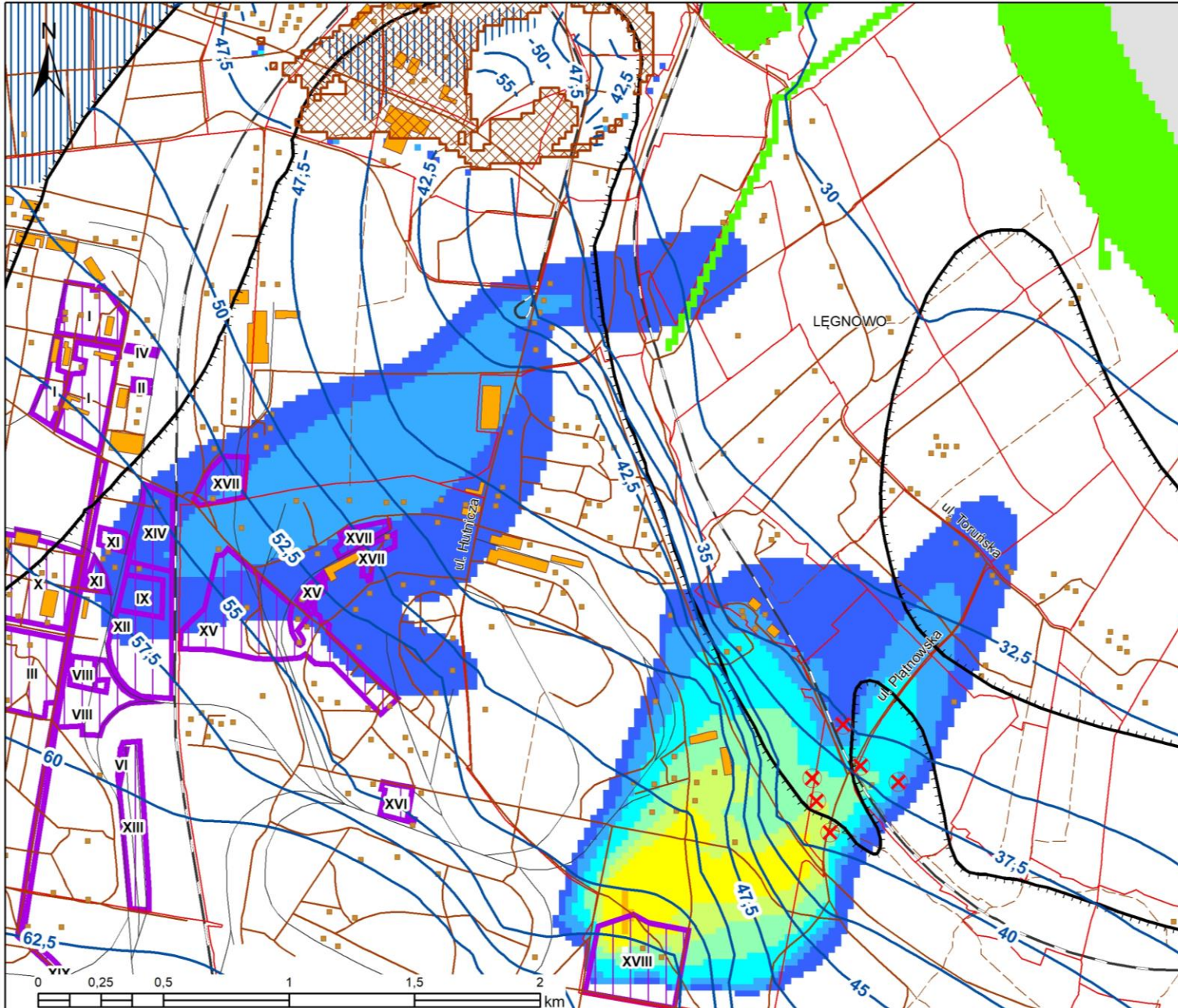
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chlorki

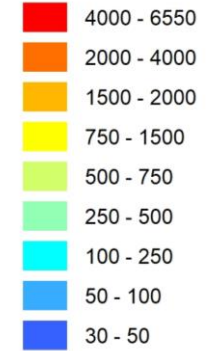
W pierwszym scenariuszu numerycznym chmura zlokalizowana w rejonie: rurociągu solanki (XIX) i składowiska przy ul. Lisiej, po okresie 5 lat przemieści się do ul. Hutniczej i ulegnie redukcji do wartości maksymalnej stężenia 50-100 mg/L a następnie po okresie kolejnych 10 lat osiągnie wartość nieznacznie powyżej tła geochemicznego (naturalnego stężenia dla wód podziemnych w danym rejonie). Natomiast chmura z rejonu składowiska przy ul. Zielonej będzie przemieszczała się wzdłuż ul. Płatnowskiej zgodnie z kierunkiem przepływu wód podziemnych w kierunku ul. Toruńskiej. Po okresie 10 lat izolinia stężenia 100 mg/L osiągnie swój maksymalny zasięg pomiędzy ulicami Otorowską i Toruńską przy stałej redukcji stężenia maksymalnego. W kolejnych latach prognozuje się dalszy spadek stężenia do poziomu około 50 mg/L.

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chlorki czas +5 lat
Scenariusz drugi

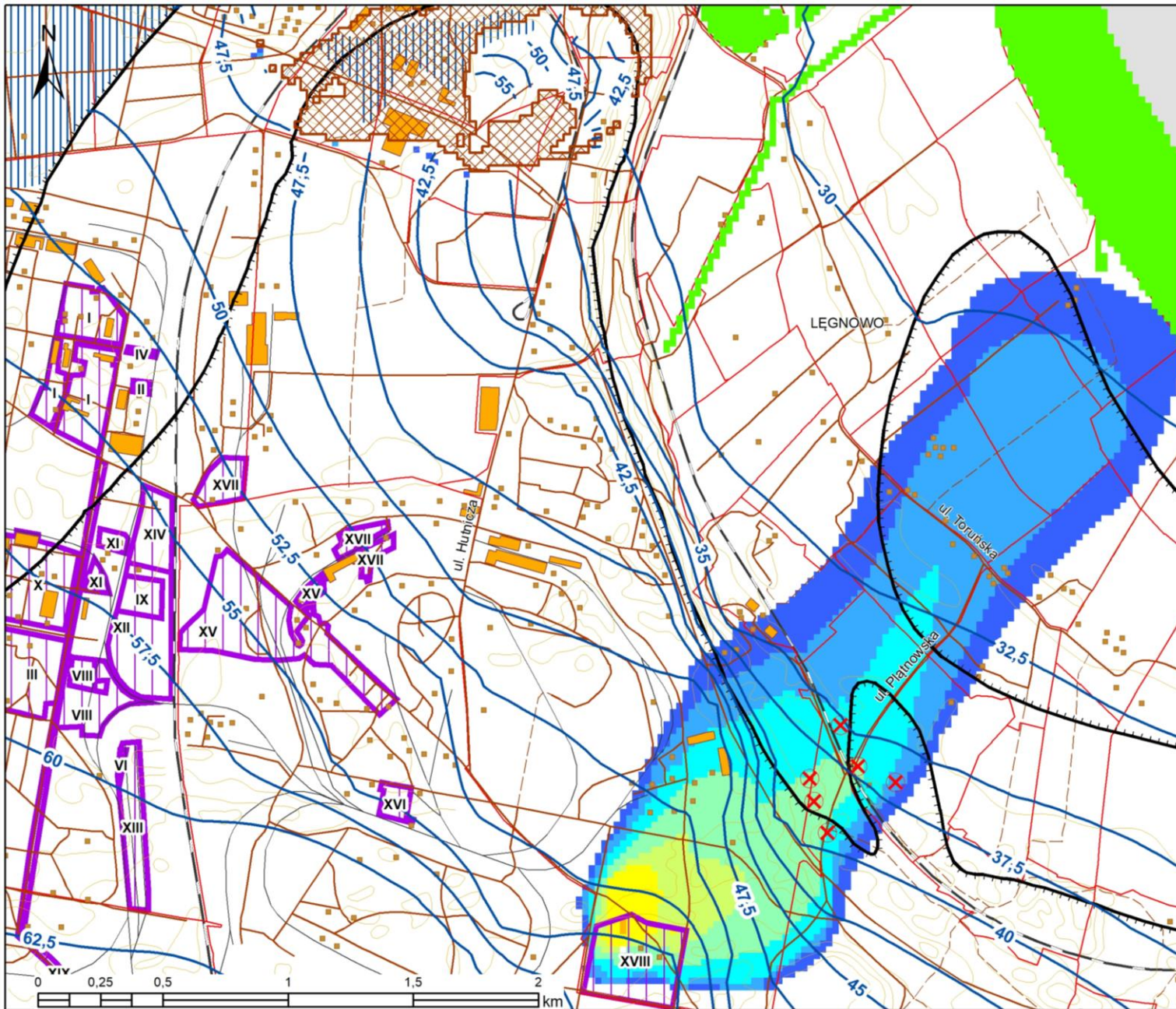


Przestrzenny rozkład koncentracji
chlorków (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS

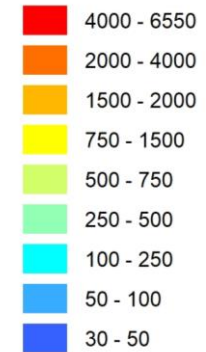


Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chlorki czas +15 lat
Scenariusz drugi

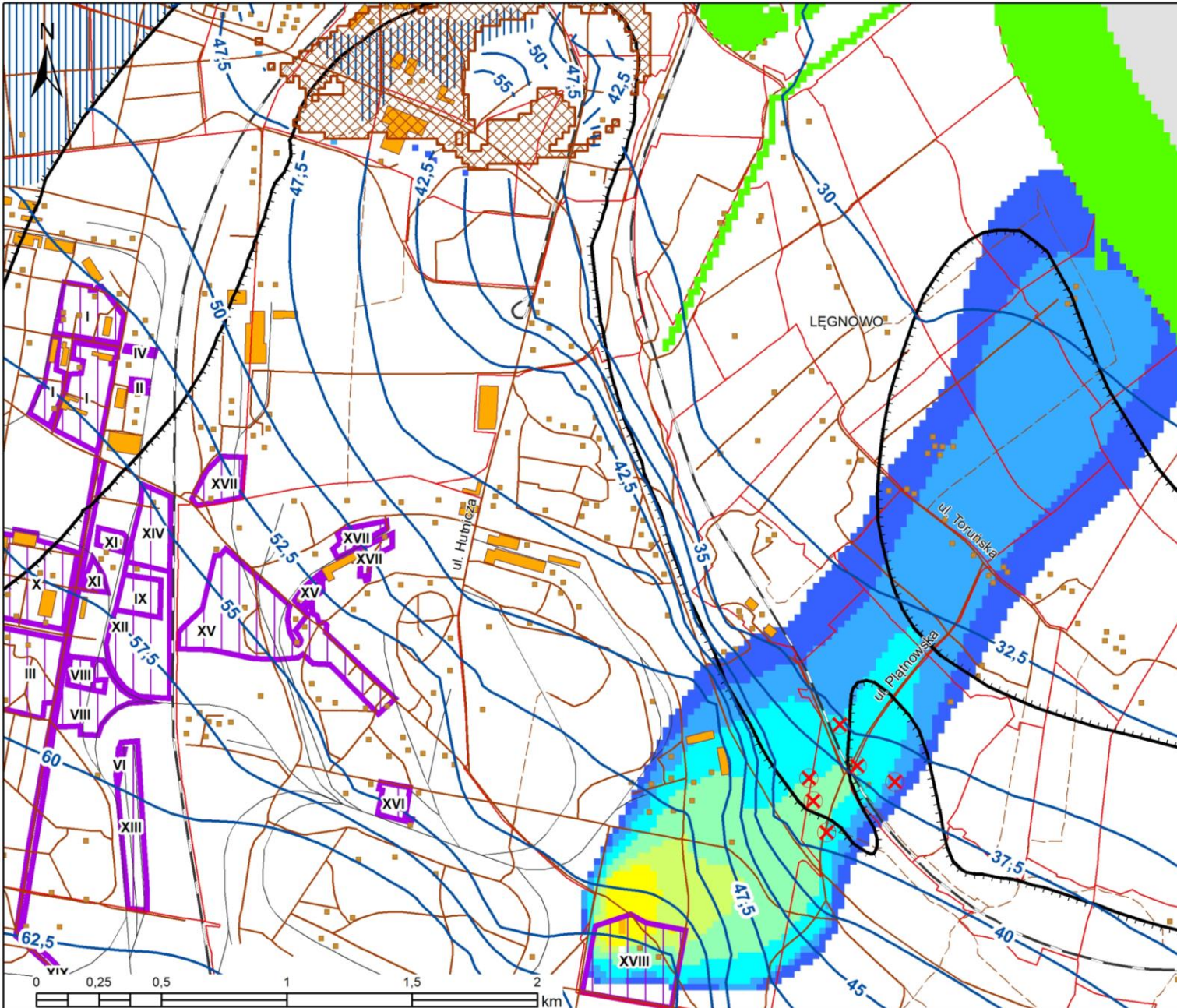


Przestrzenny rozkład koncentracji
chlorków (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

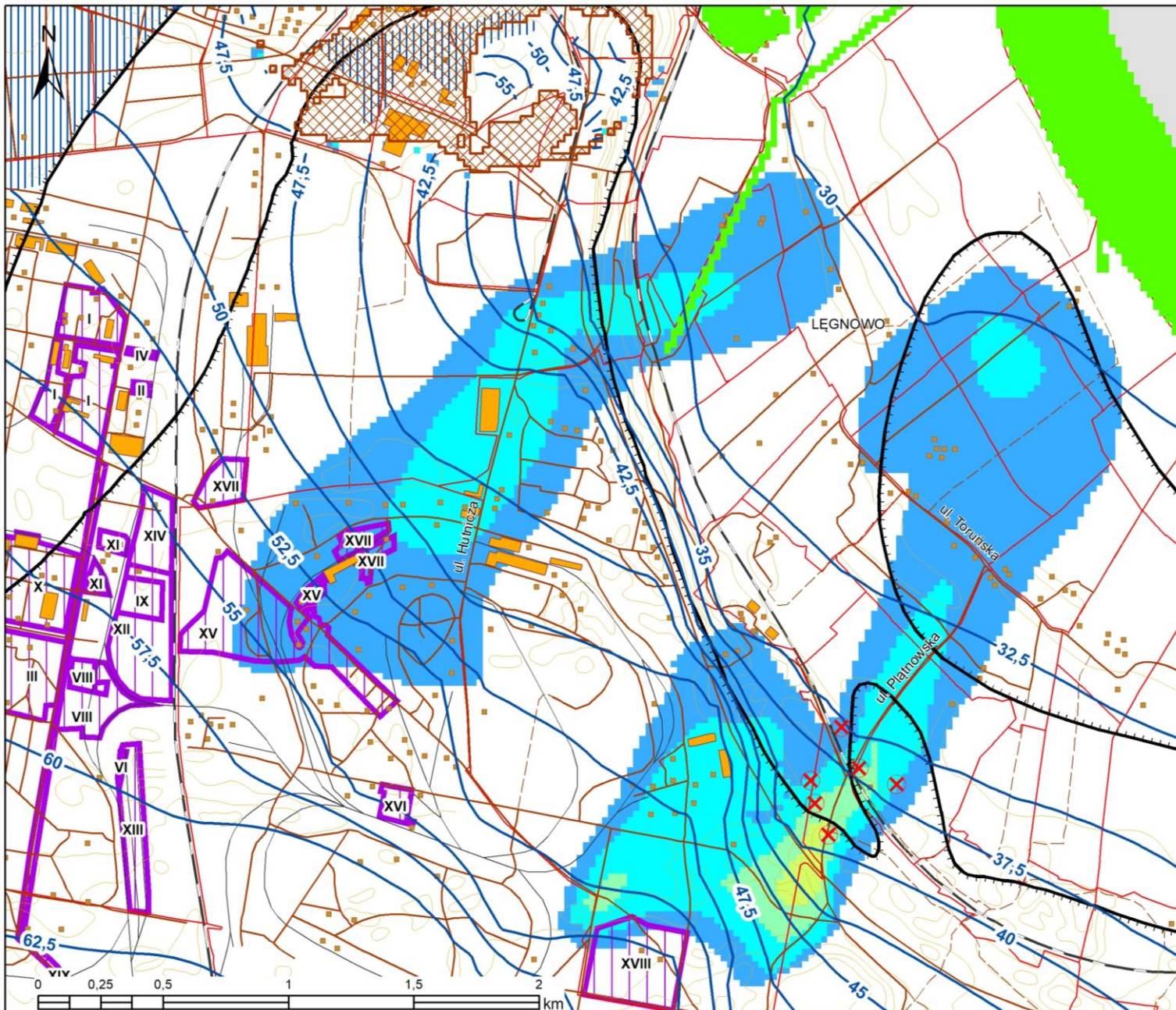
Chlorki czas +25 lat
Scenariusz drugi



Dla drugiego scenariusza migracji zanieczyszczeń poza założonymi warunkami początkowymi przyjęto w obrębie Kompleksu składowisk przy ul. Zielonej/Elektrycznej (XVIII) stały dopływ zanieczyszczeń o wartości stężenia na poziomie 7000 mg/L oraz dopływ zanieczyszczeń ze zlokalizowanego w obrębie składowiska osadnika. Interpretacja wyników badań modelowych dla przedmiotowego wariantu, wskazuje, iż migracja jonu chlorkowego odbywa się w kierunku NE równoległe do ul. Płatnowskiej. Prognozuje się, że maksymalne zasięg chmury zanieczyszczeń o wartości stężenia powyżej 250 mg/L (norma dla wód pitnych) w czasie +15 lat może osiągnąć granicę pomiędzy ulicami Nowotoruńską i Otorowską.

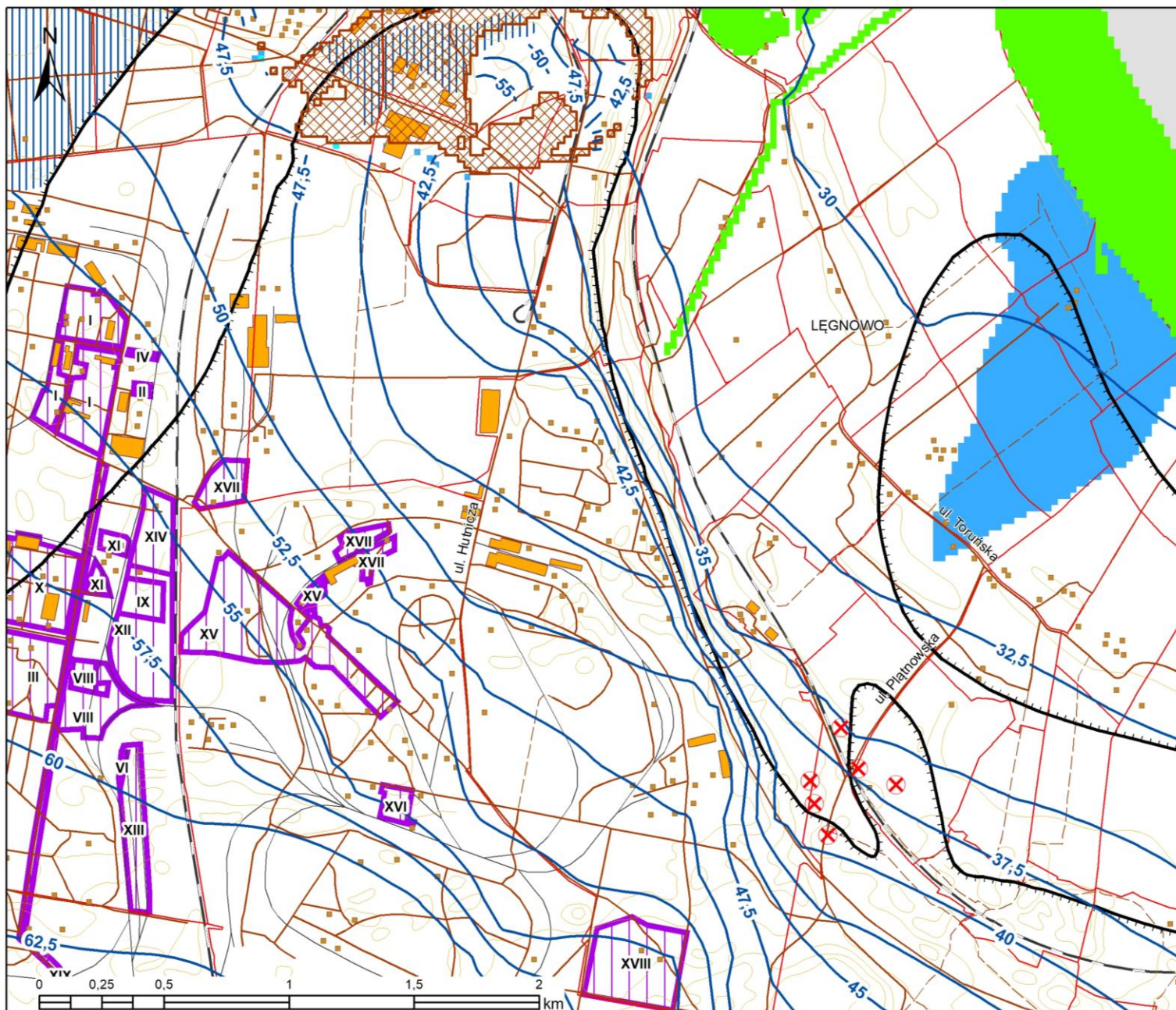
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Siarczany czas +5 lat
Scenariusz pierwszy



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Siarczany czas +15 lat
Scenariusz pierwszy

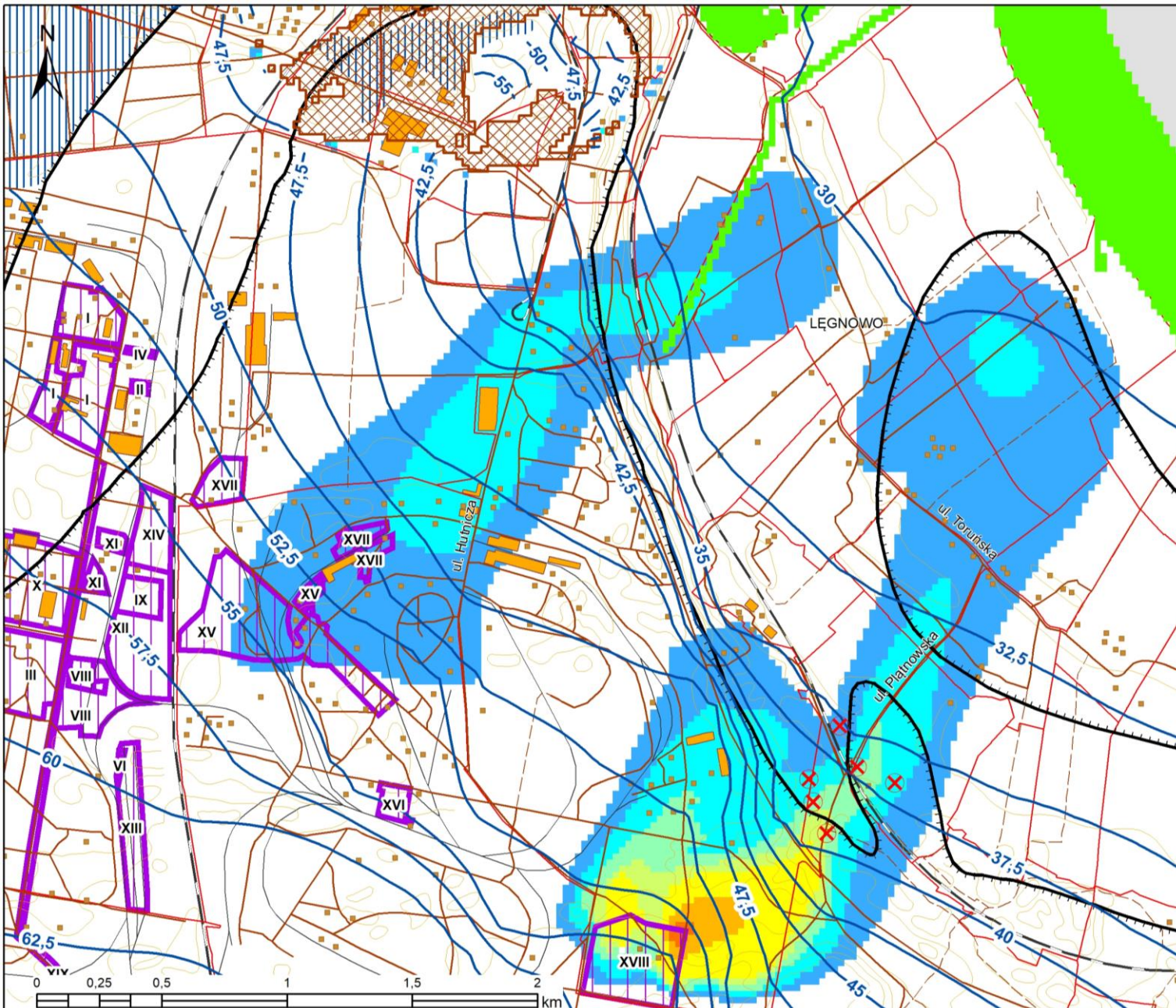


Dla pierwszego scenariusza symulacji, przy braku dodatkowego dopływu siarczanów następuje stosunkowo szybka redukcja ich stężenia. Praktycznie po 5-10 latach z początkowych wartości stężenia na poziomie 3000 – 3300 mg/L następuje spadek do wartości poniżej 250 mg/L.

Podobnie jak w przypadku chlorków siarczany rozprzestrzeniają się zgodnie przebiegiem ul. Płatnowskiej maksymalna zasięg izolinii o wartości 250 mg/L, a więc normy granicznej dla wód przeznaczonych do spożycia osiąga granicę pomiędzy ul. Nowotoruńską i Otorowską.

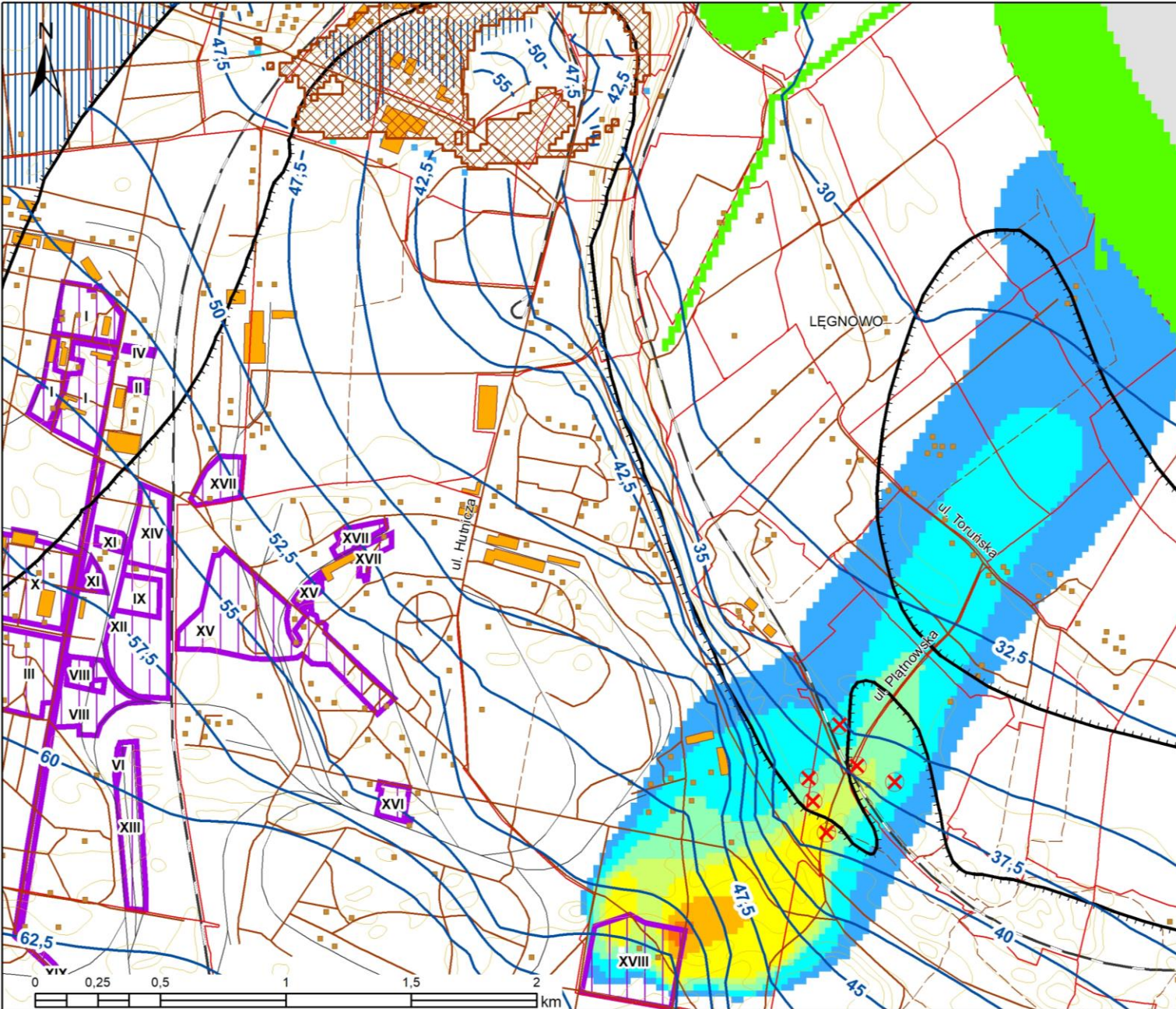
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Siarczany czas +5 lat
Scenariusz drugi



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

**Siarczany czas +15 lat
Scenariusz drugi**

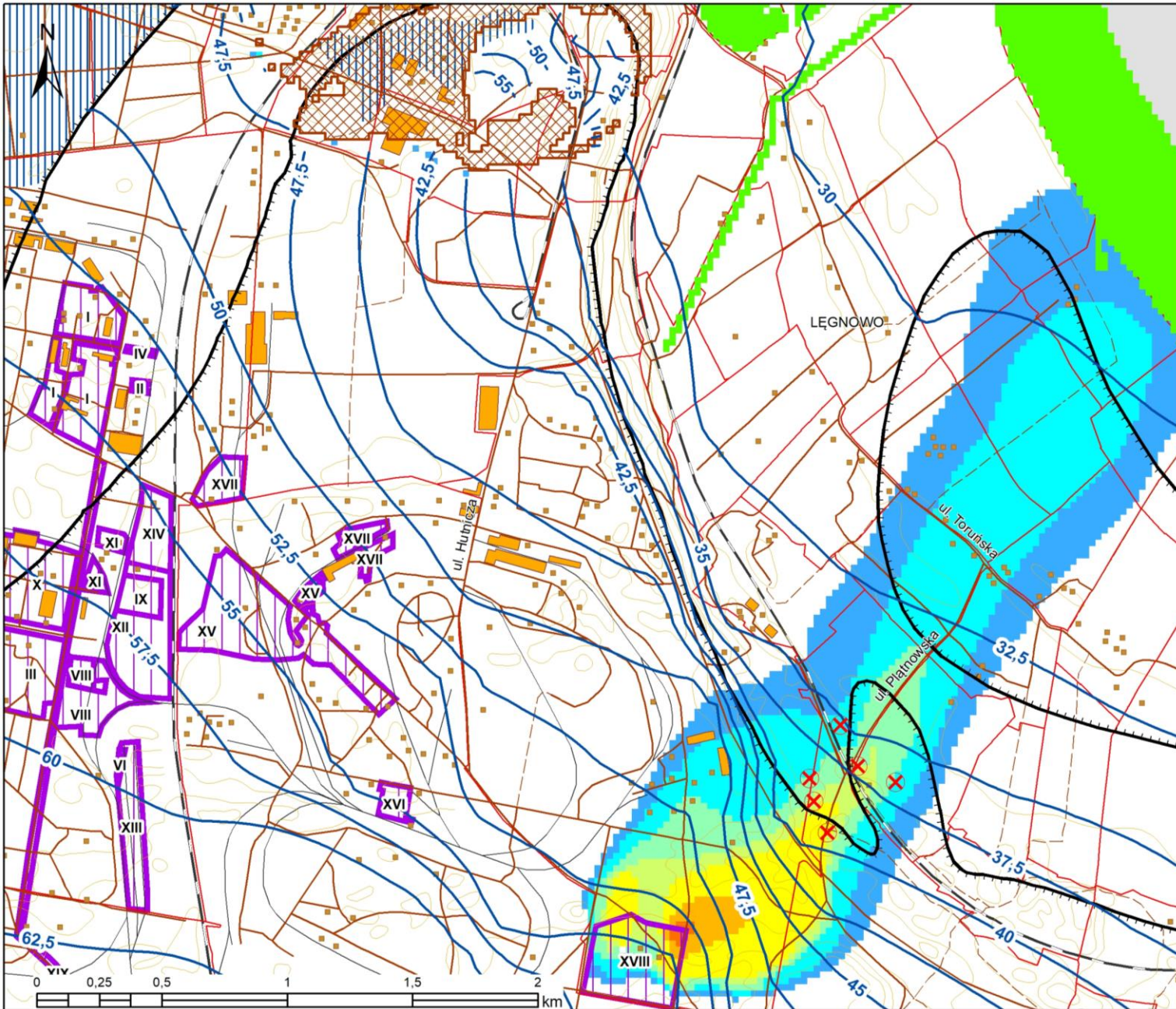


Przestrzenny rozkład koncentracji
siarczanów (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Siarczany czas +25 lat
Scenariusz drugi



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

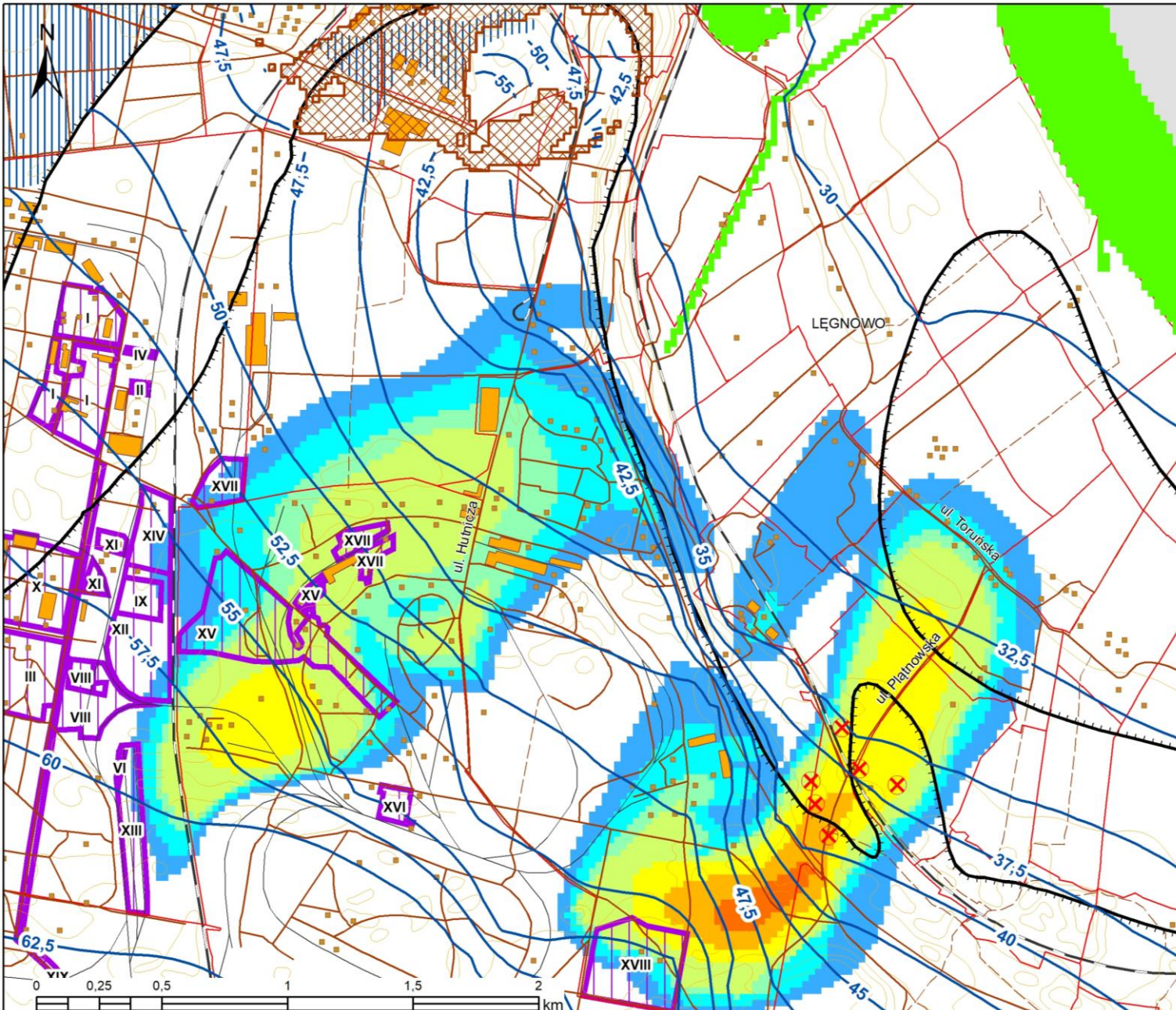
Siarczany

W drugim scenariuszu założono stałą iniekcję zanieczyszczeń w rejonie składowiska przy ul. Zielonej o wartości stężenia na poziomie od 5000 mg/L, 7000 mg/L oraz dopływ zanieczyszczonych wód z osadnika przy założonym stężeniu na poziomie 5000 mg/L.

Chmura zanieczyszczeń z rejonu składowiska dla wszystkich kroków czasowych od czasu +5 lat do +25 lat ma zbliżony zasięg. Zasięg stężenia graniczne dla wód przeznaczonych do spożycia (250 mg/L), osiąga ul. Otorowską. Maksymalna izolinia zanieczyszczenia z koncentracją siarczanów w przedziale 1500-3000 mg/L utrzymuje się w odległości około 300-400 m od składowiska.

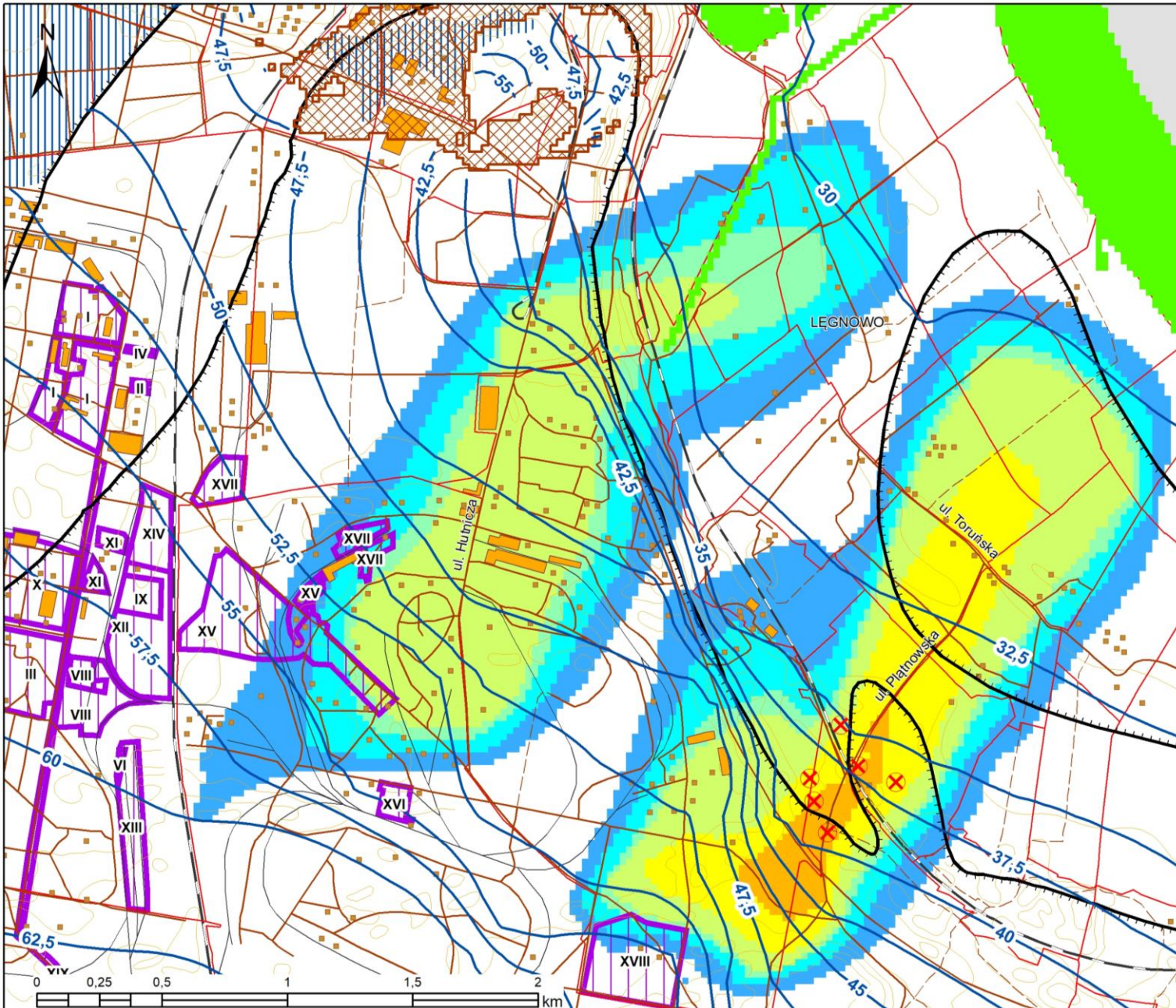
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole czas +10 lat
Scenariusz pierwszy



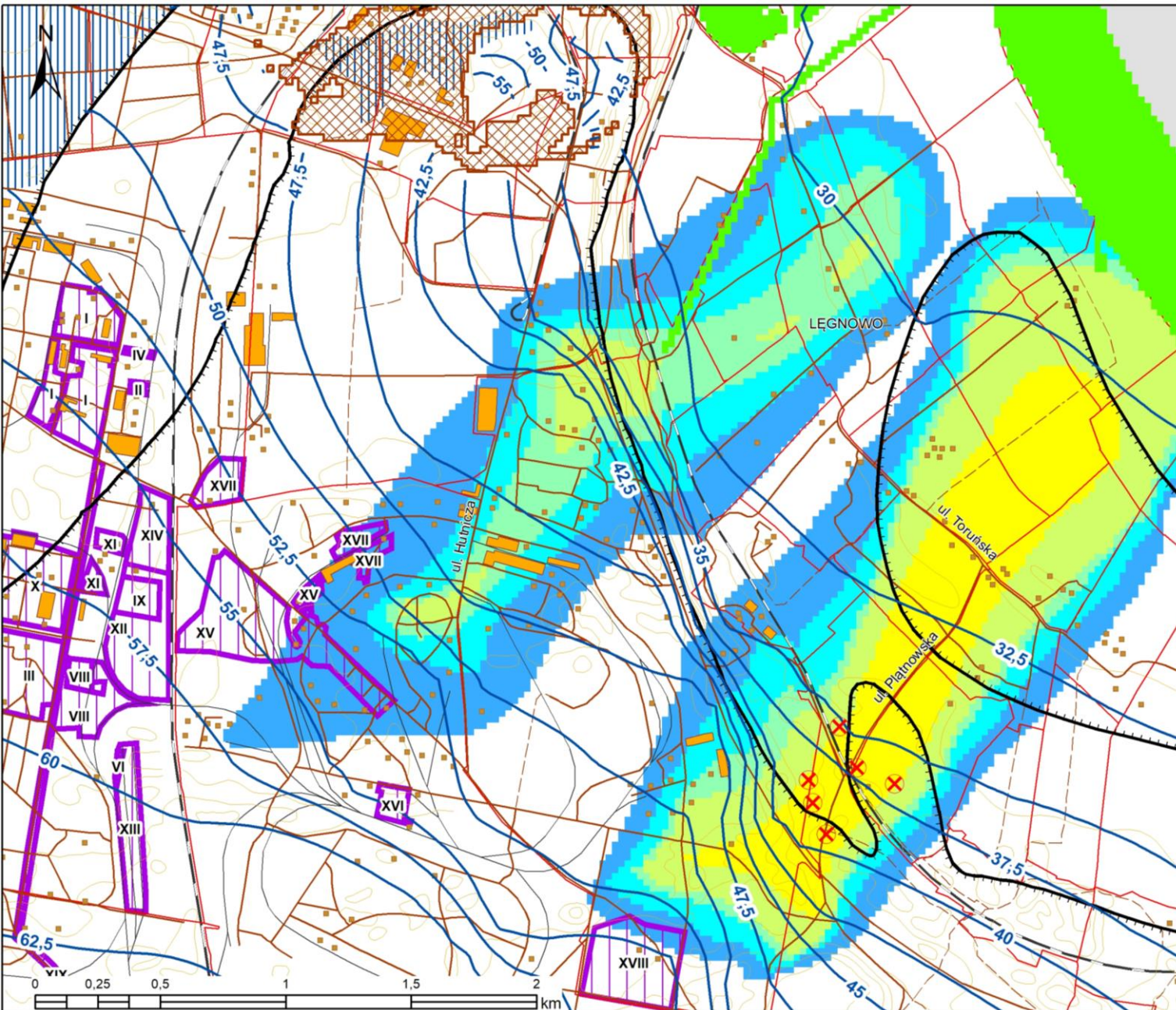
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole czas +30 lat
Scenariusz pierwszy



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole czas +50 lat
Scenariusz pierwszy



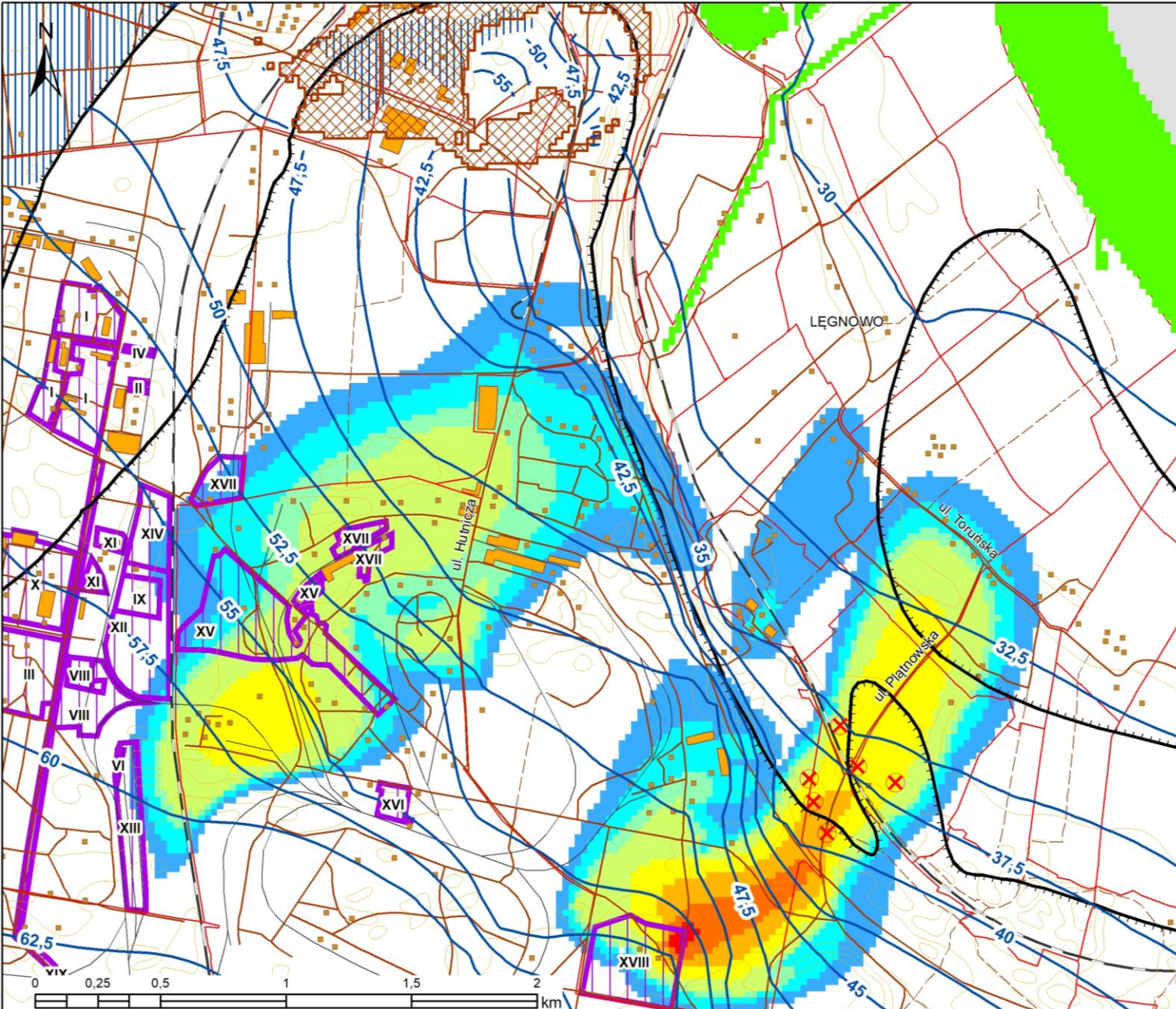
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole

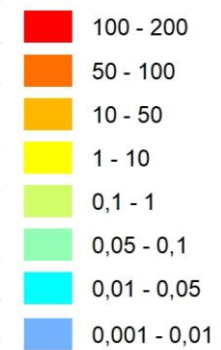
W pierwszym scenariuszu numerycznym rejestrujemy rozprzestrzenianie się dwóch chmur zanieczyszczeń przemieszczających się z rejonu składowiska przy ul. Zielonej oraz z rejonu składowiska przy ul. Lisiej. Dla stanu „zero” (czas aktualny) chmura zanieczyszczeń o stężeniu 10-50 mg/L pochodząca z rejonu składowiska przy ulicy Zielonej osiąga skrzyżowanie przy ul. Płątnowskiej a zasięg izolinii o koncentracji na poziomie do 0,1 mg/L znajduje się przed ul. Otorowską. Prognozuje się, że po 10 latach izolinia koncentracji 0,1 mg/L przekroczy ul. Toruńską by po 50 latach osiągnąć brzeg Wisły. Natomiast izolinia 0,1 mg/L chmury zanieczyszczeń przemieszczająca się z rejonu ul. Lisiej po 10 latach przekroczy ul. Hutniczą i po 40 latach osiągnie okolice Łęgnowa przekraczając ul. Toruńską przy stałej redukcji maksymalnej koncentracji.

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole czas +10 lat
Scenariusz drugi

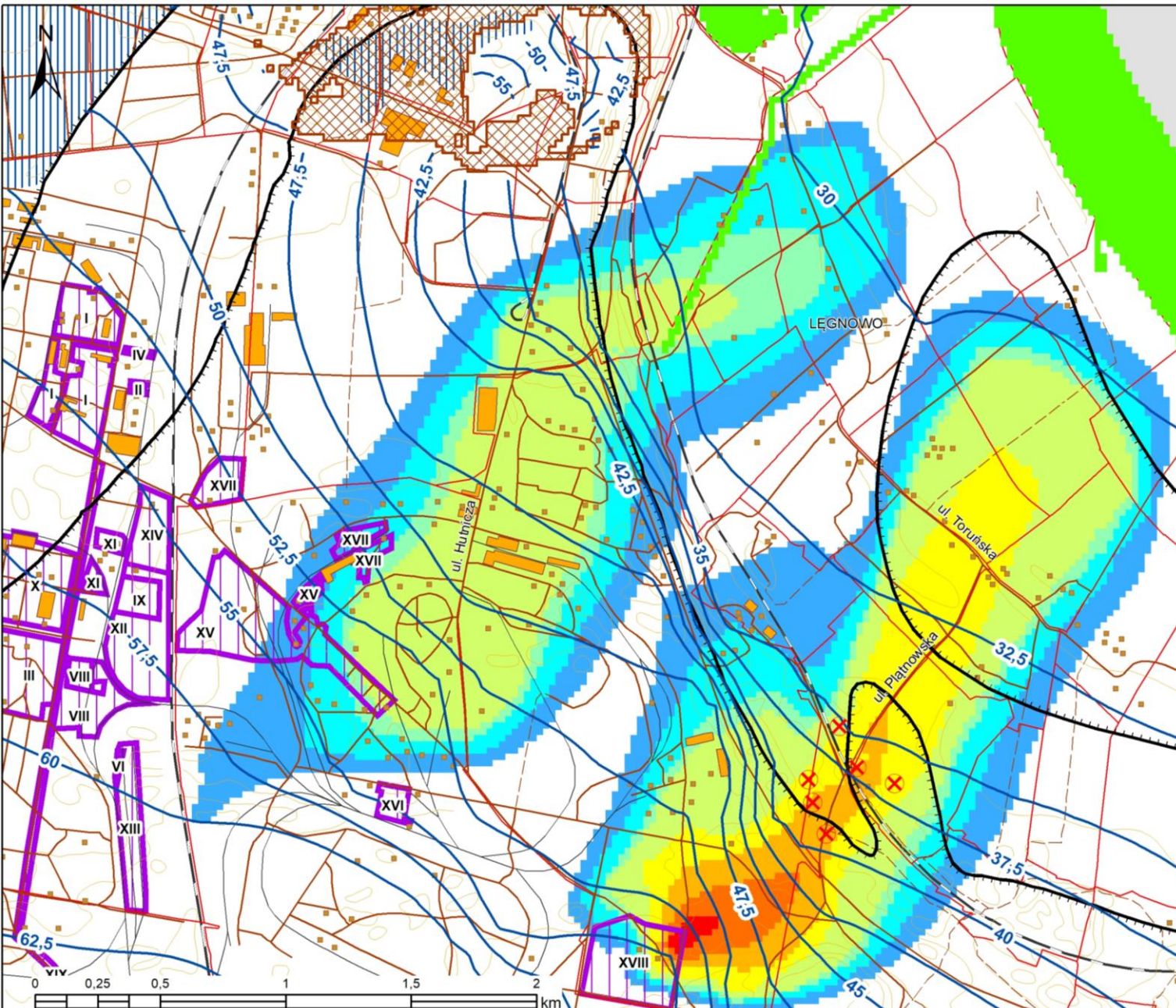


Przestrzenny rozkład koncentracji
fenoli (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



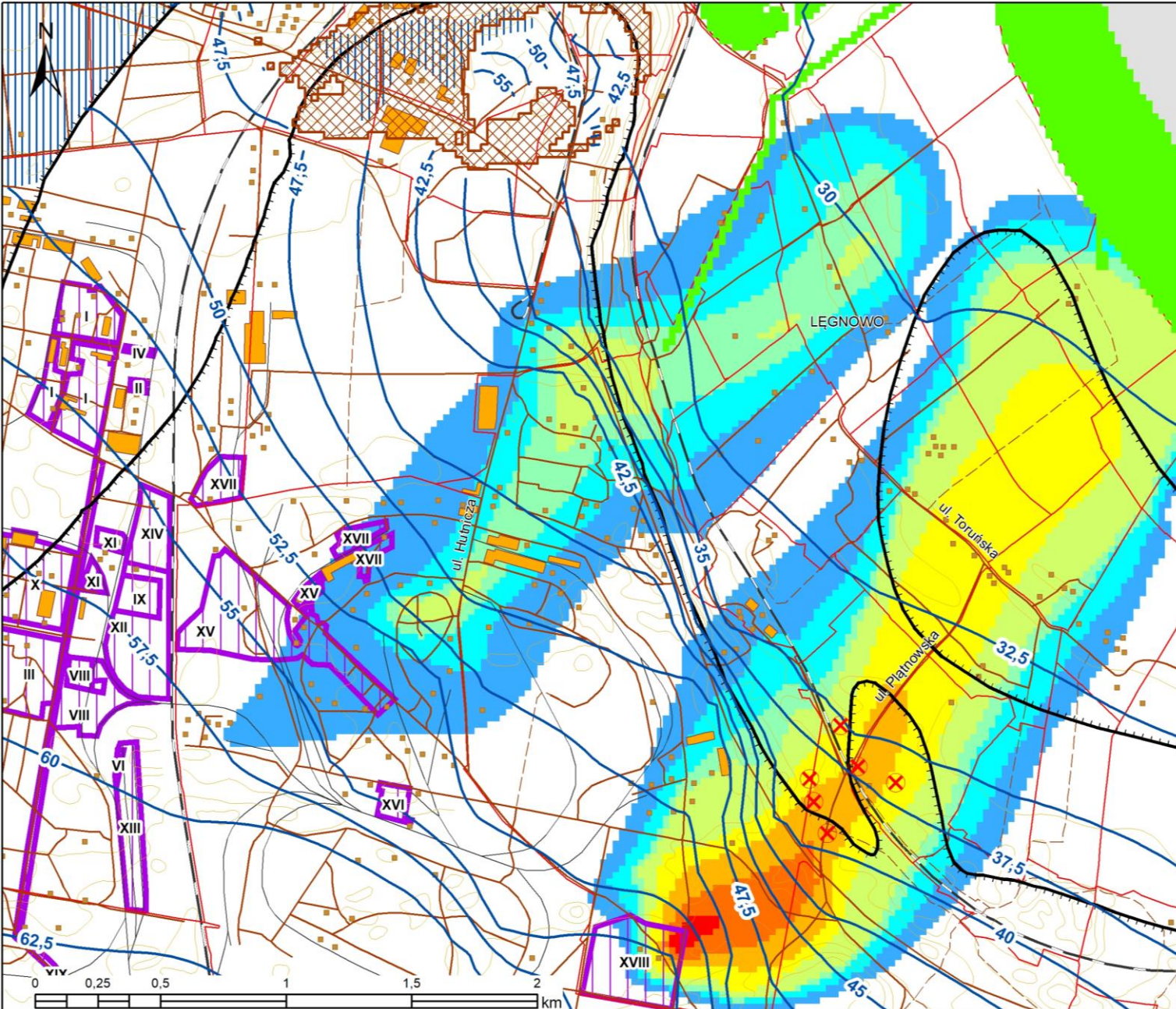
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole czas +30 lat
Scenariusz drugi

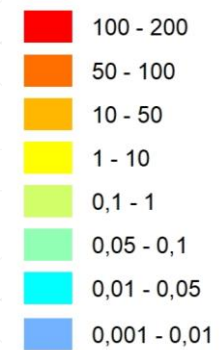


Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole czas +50 lat
Scenariusz drugi



Przestrzenny rozkład koncentracji
fenoli (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



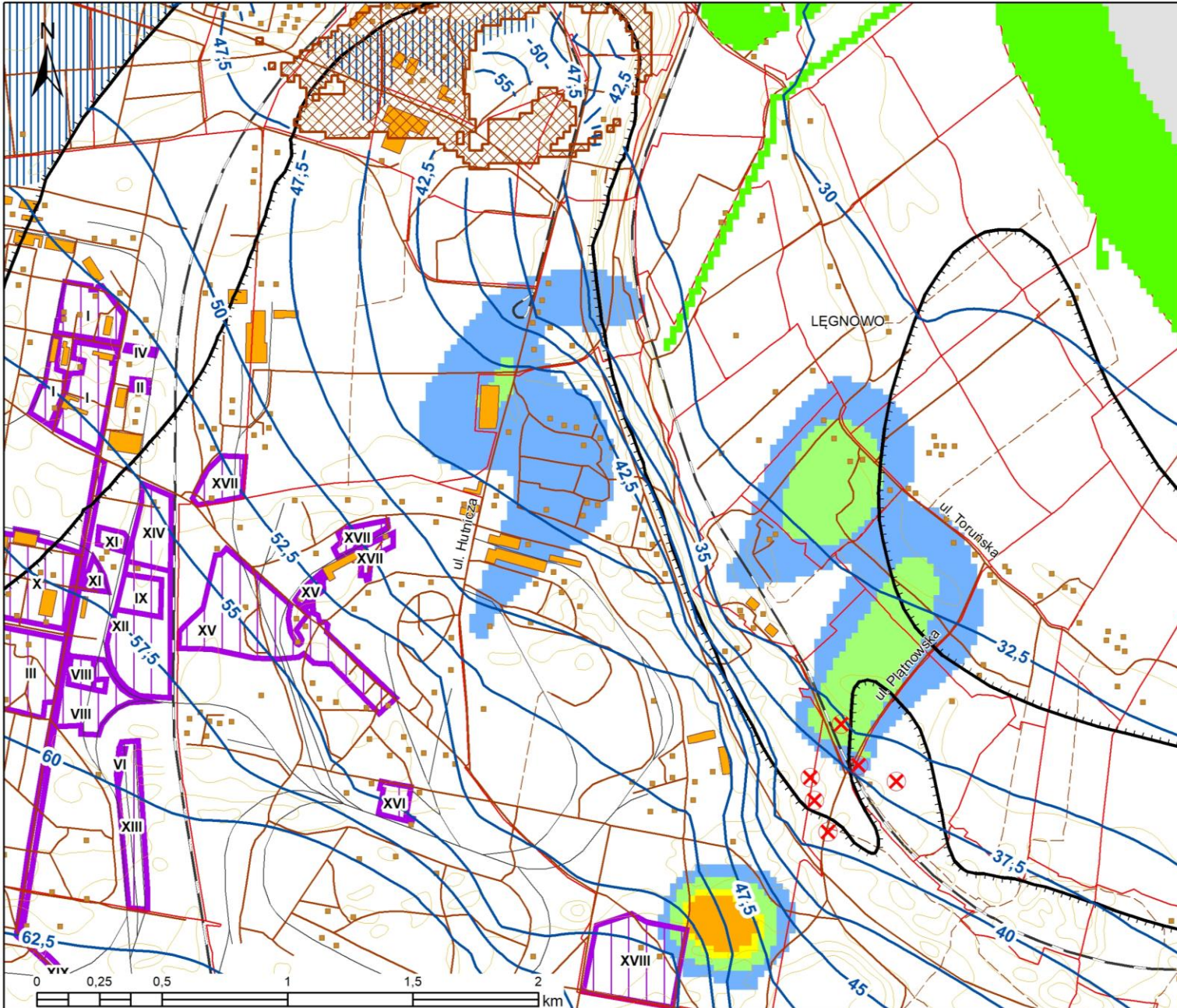
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Fenole

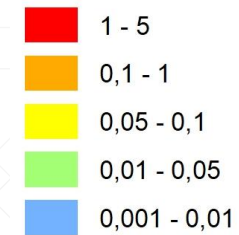
Przy drugim scenariuszu numerycznym zakładającym stały dopływ zanieczyszczeń z rejonu składowiska przy ulicy Zielonej na poziomie od 150 mg/L do 900 mg/L, izolinia koncentracji 0,1 mg/L chmury zanieczyszczeń po 10 latach osiągnie ulicę Toruńska. Podobnie jak w przypadku pierwszego scenariusza po 40 latach osiągnie linię brzegową Wisły. Natomiast izolinia stężeniu 10-50 mg/L chmury zanieczyszczeń przesunie się w stosunku do stanu „zero” około 300-350 m wzdłuż ulicy Płatnowskiej w kierunku ulicy Otorowskiej. Powierzchnia chmury zanieczyszczeń po upływie 50 lat ograniczona izoliną stężenia 0,1 mg/L zajmie ok. 2 km².

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Anilina czas +10 lat

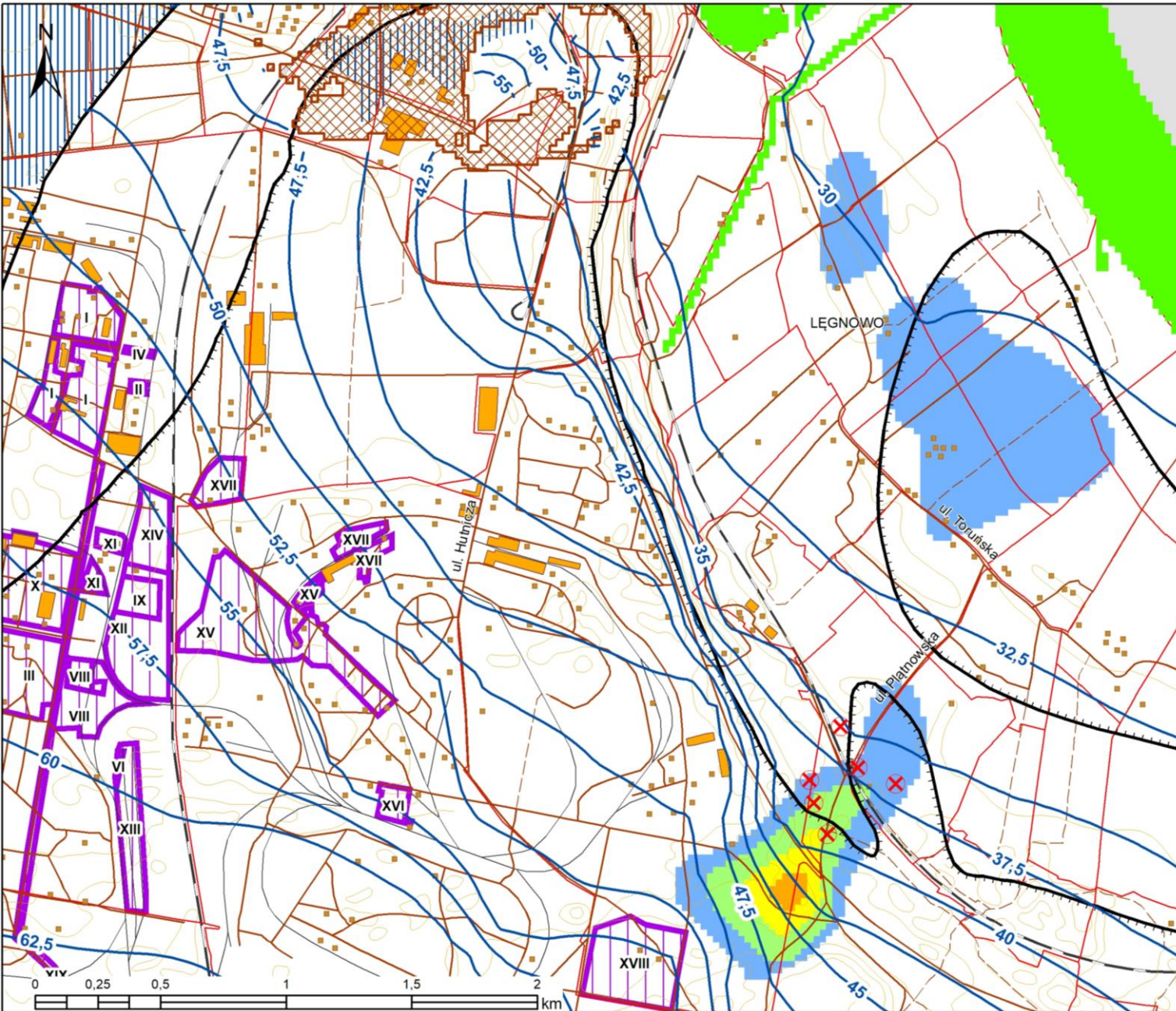


Przestrzenny rozkład koncentracji
aniliny (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS

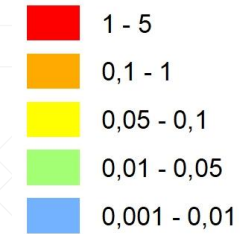


Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Anilina czas +30 lat

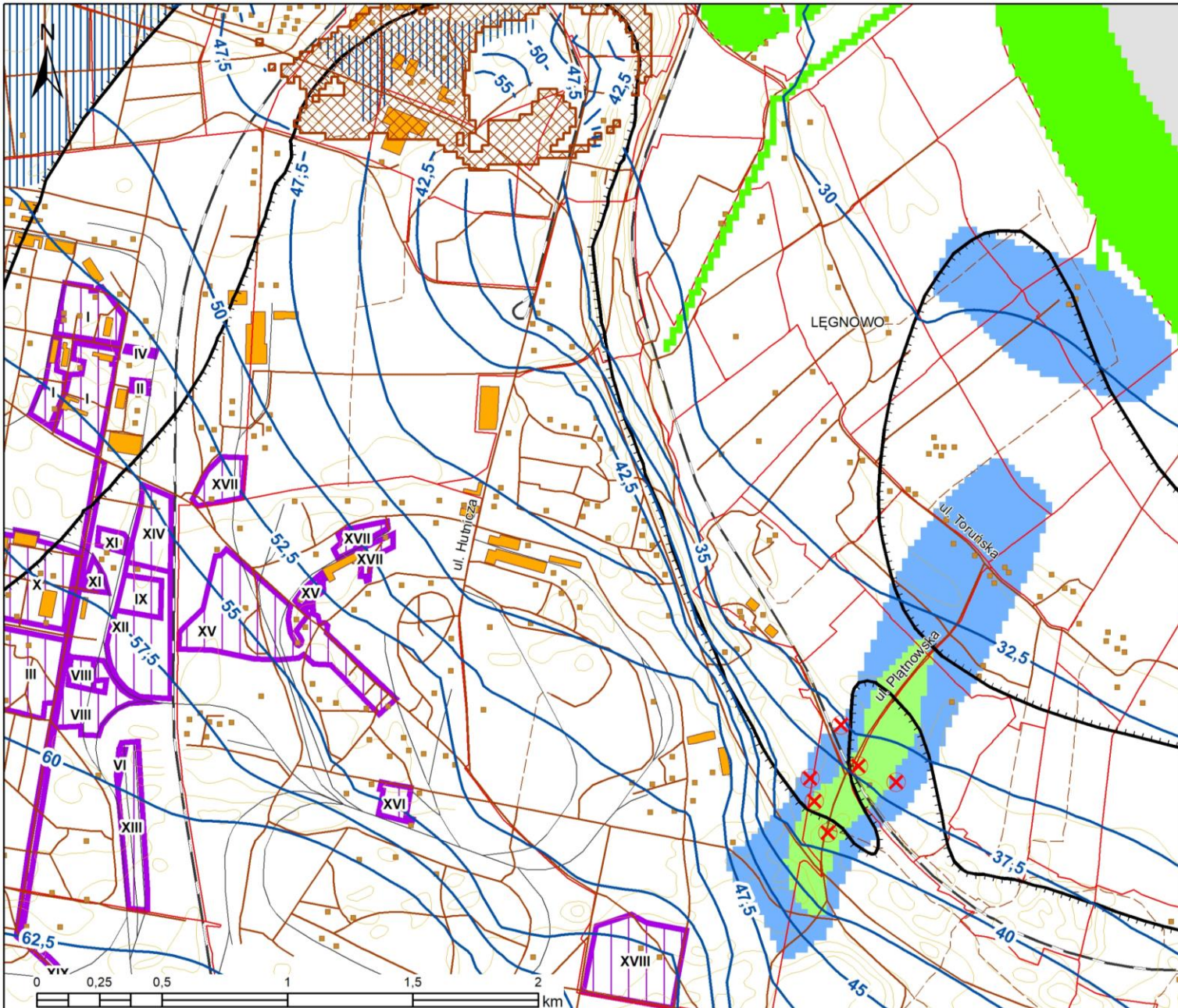


Przestrzenny rozkład koncentracji
aniliny (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS

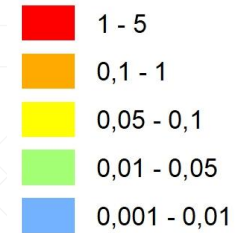


Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Anilina czas +50 lat



Przestrzenny rozkład koncentracji
aniliny (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



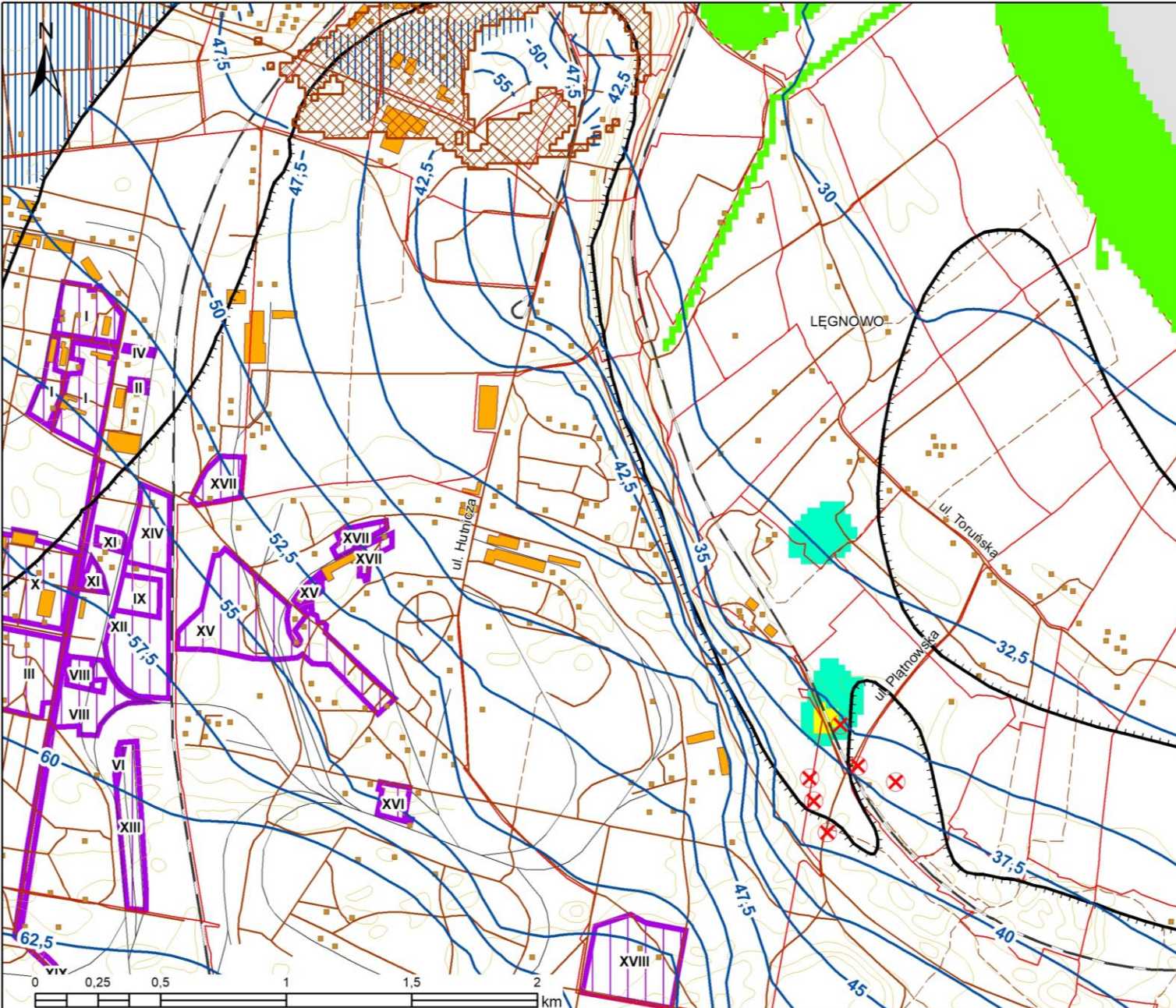
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Anilina

W przeprowadzonym scenariuszu numerycznym po 10 latach od stanu początkowego (stanu 0) rejestrujemy rozprzestrzenianie się trzech chmur zanieczyszczeń: pierwsza w rejonie ulicy Płatnowskiej i Przyłubskiej, druga w rejonie składowiska przy ul. Zielonej oraz trzecia chmura w rejonie ulicy Hutniczej. Po kolejnych 10 latach, chmura z rejonu ulicy Hutniczej przemieści się w kierunku Łęgnowa z równoczesną redukcją stężenia do wartości poniżej 0,01 mg/L. Chmura z rejonu ul. Płatnowskiej przekroczy ul. Toruńską z równoczesną redukcją stężenia do poziomu od 0,01 do 0,05 mg/L. Natomiast chmura z rejonu składowiska przemieści się w rejon ujęcia barierowego. W prognozie symulującej czas + 30 lat, obydwie chmury pochodzące z rejonu ul. Hutniczej i Płatnowskiej zredukują stężenie do poziomu poniżej 0,01 mg/L, a symulowany obszar zanieczyszczeń z rejonu ujęcia barierowego przemieści się do rejonu ulic Płatnowskiej i Przyłubskiej, skąd zanieczyszczenia będą przemieszczać się wzdłuż przebiegu ul. Płatnowskiej. Po 50 latach izolinia koncentracji na poziomie 0,01 mg/L dotrze do ul. Otorowskiej.

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chloroanilina czas +5
lat

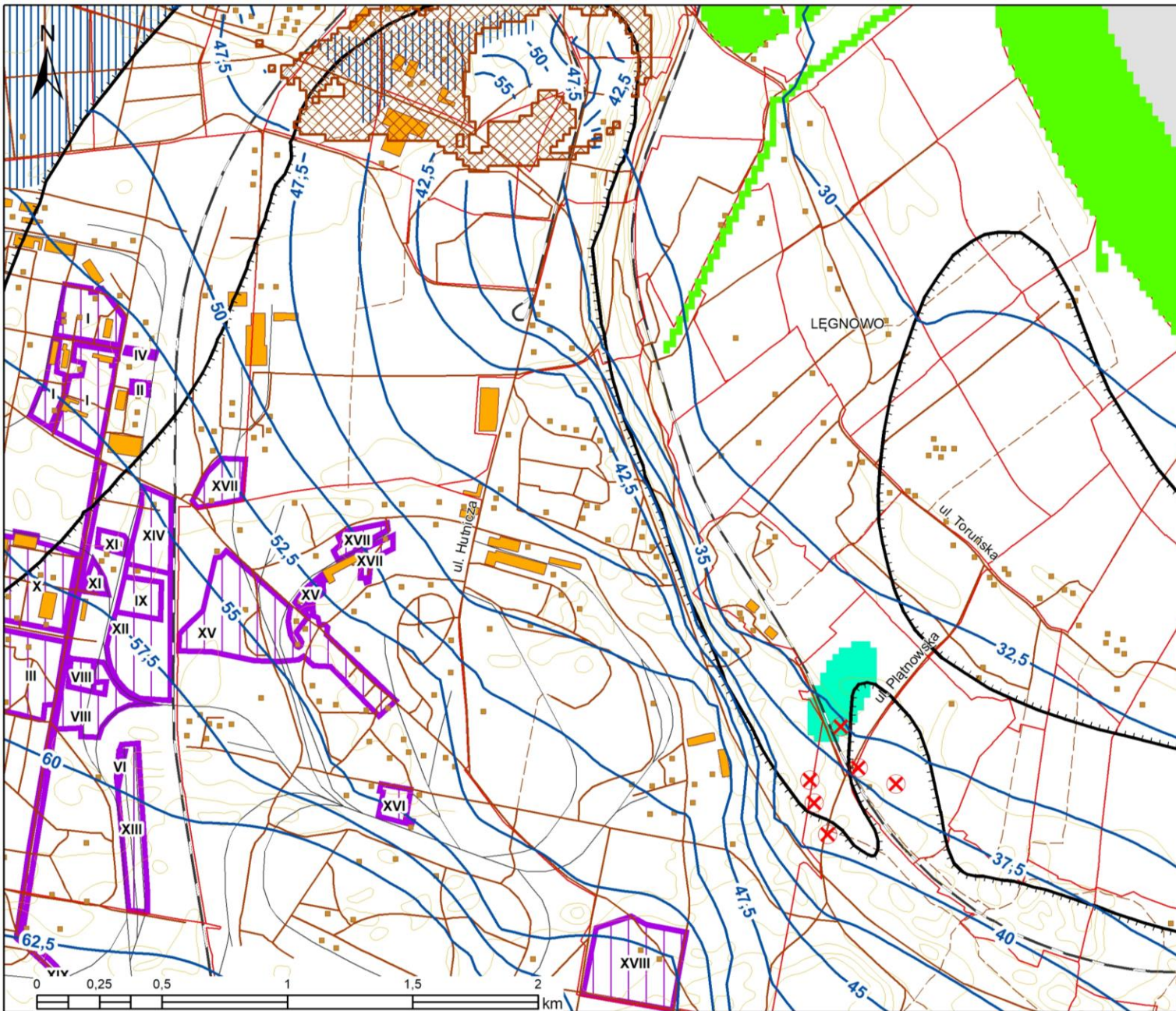


Przestrzenny rozkład koncentracji
chloroaniliny (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS

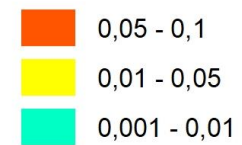
- 0,05 - 0,1
- 0,01 - 0,05
- 0,001 - 0,01

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Chloroanilina czas +10 lat



Przestrzenny rozkład koncentracji
chloroaniliny (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

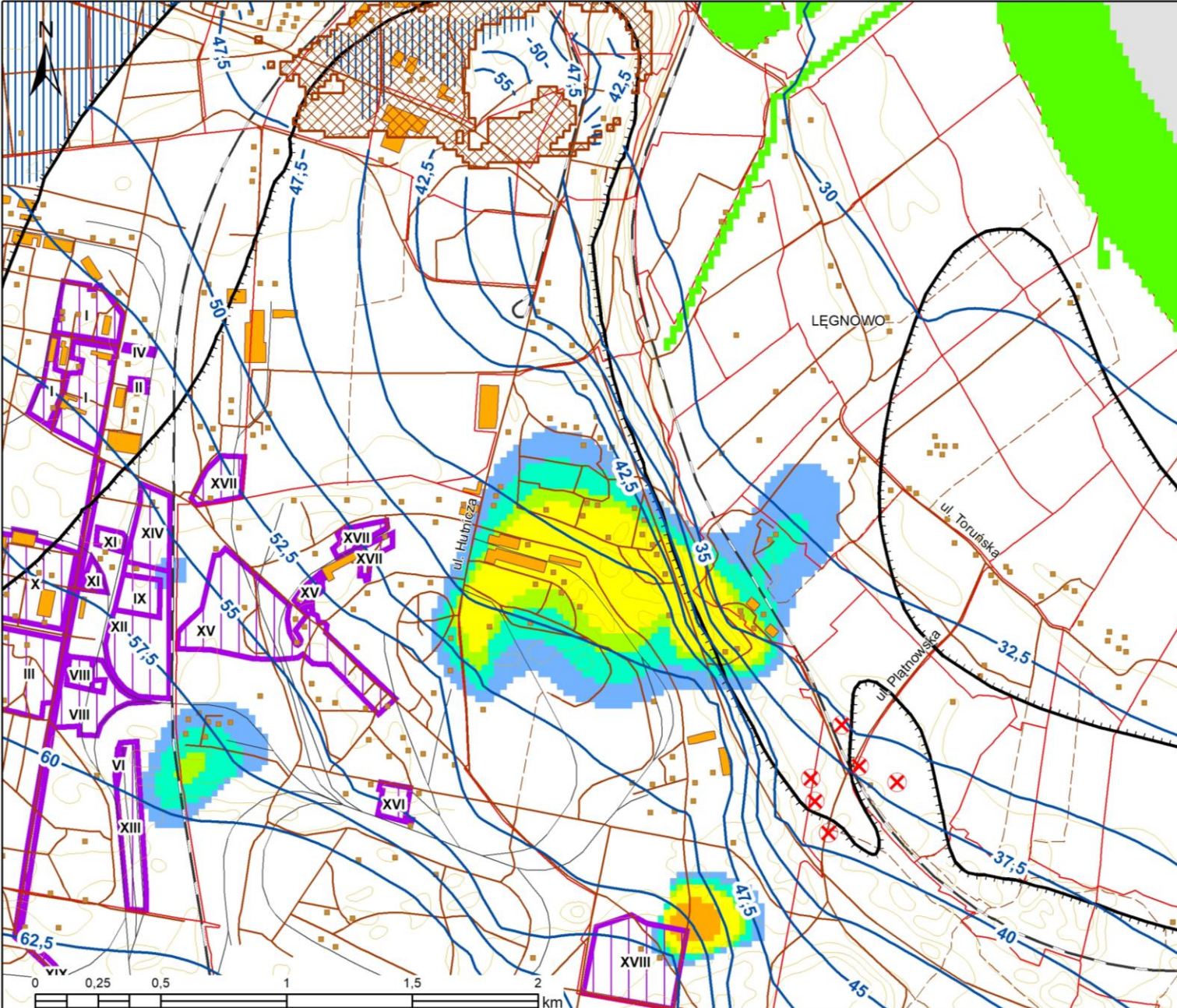
Chloroanilina

Koncentracja chloroaniliny w obszarze badań jest bardzo słabo rozpoznana obecność tego związku stwierdzono jedynie w nowych otworach w rejonie ul. Płatnowskiej i Przyłubskiej. Z uwagi na mały obszar zanieczyszczeń przyjęty do symulacji numerycznej zaledwie po 15-20 latach, nastąpi całkowita jego redukcja.

Przypuszczalnie źródło zanieczyszczenia chloroaniliną jest tożsame z aniliną. W przypadku ul. Płatnowskiej prawdopodobnie geneza zanieczyszczeń związana jest ze składowiskiem w rejonie ul. Zielonej. Zanieczyszczenie zlokalizowane w kierunku ul. Przyłubskiej pochodzić może z rejonu zlokalizowanego w kierunku składowiska przy ul. Lisiej.

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Nitrobenzen czas +10
lat

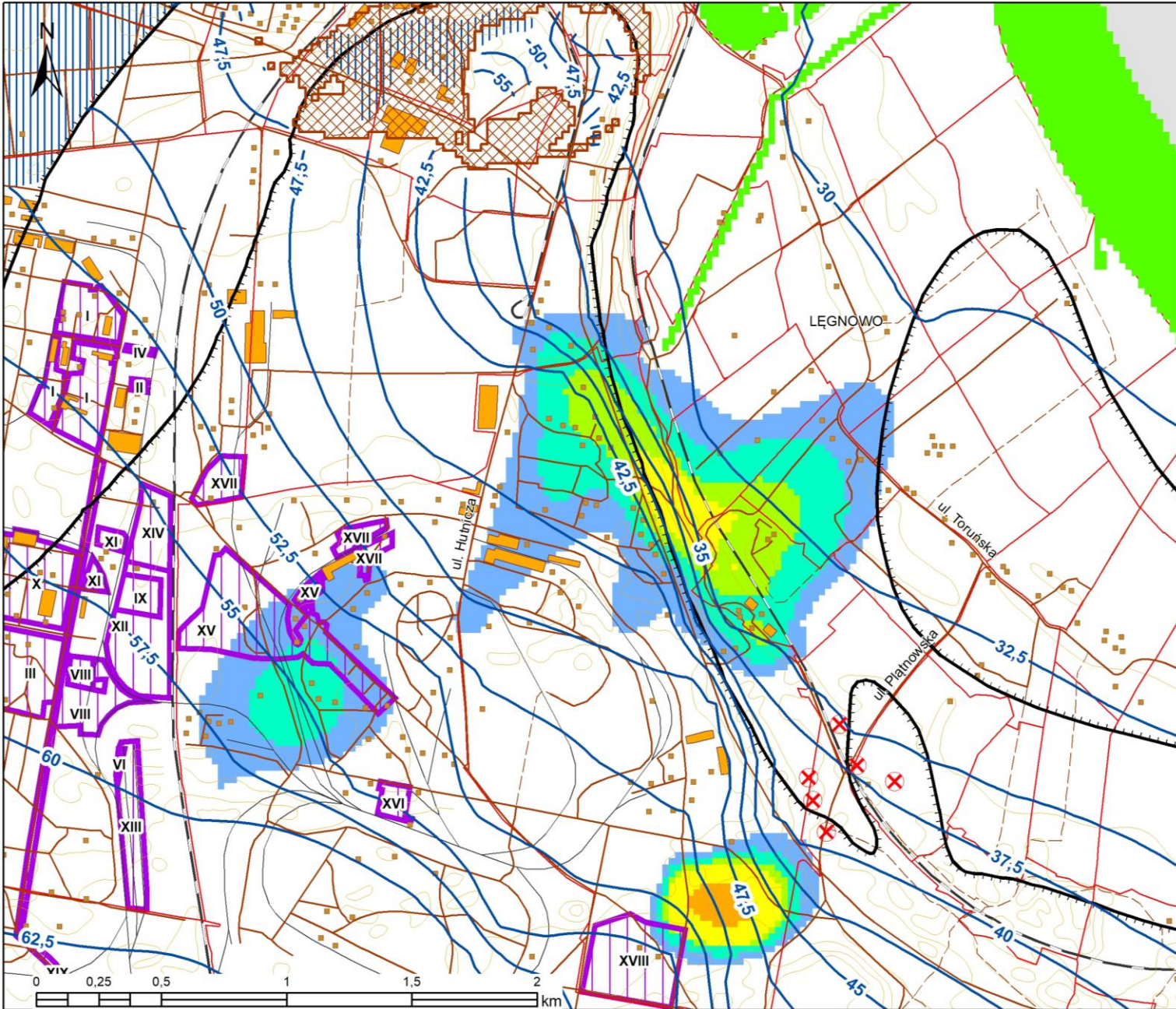


Przestrzenny rozkład koncentracji
nitrobenzenu (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Nitrobenzen czas +30
lat

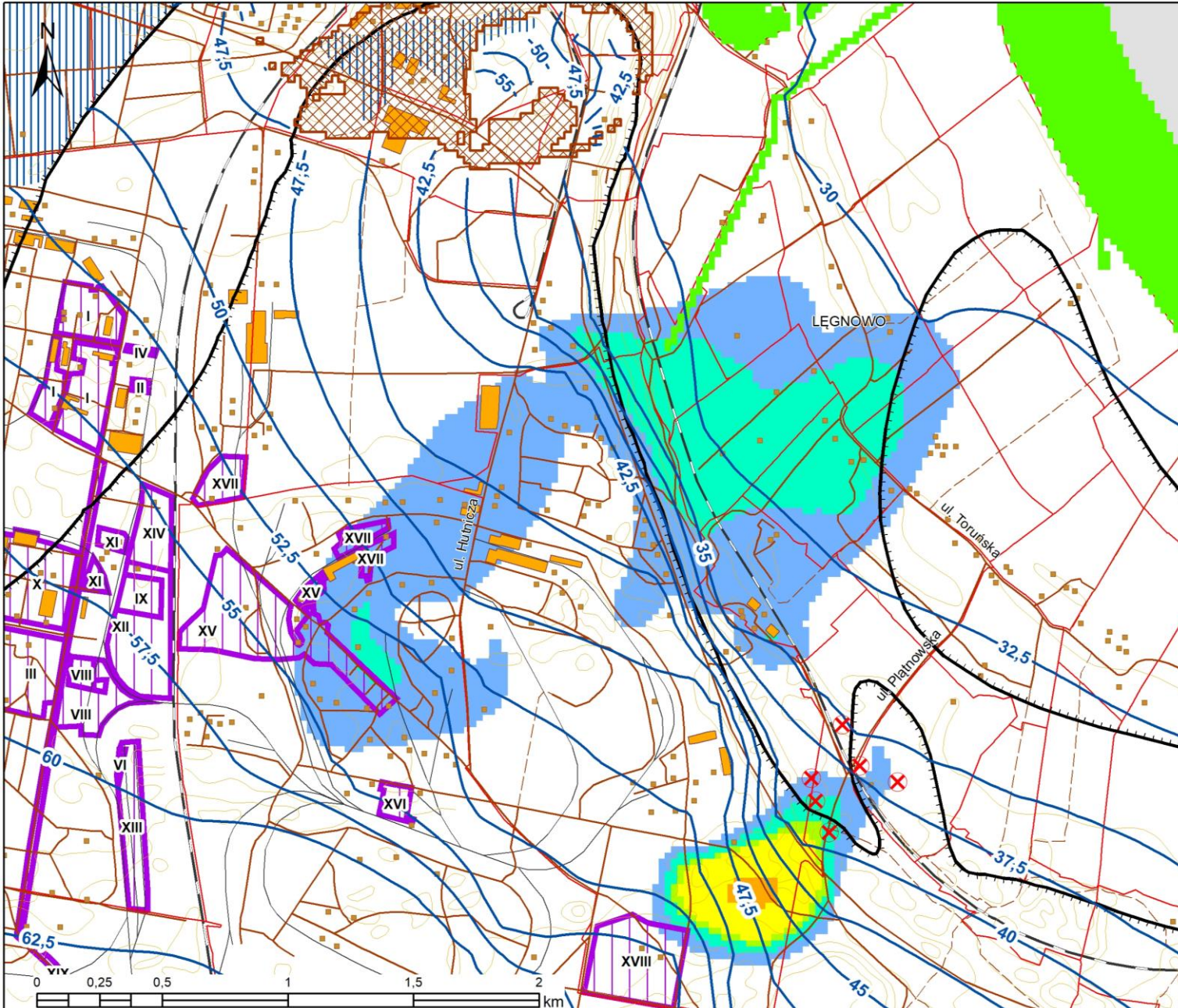


Przestrzenny rozkład koncentracji
nitrobenzenu (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Nitrobenzen czas +50
lat



Przestrzenny rozkład koncentracji
nitrobenzenu (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS

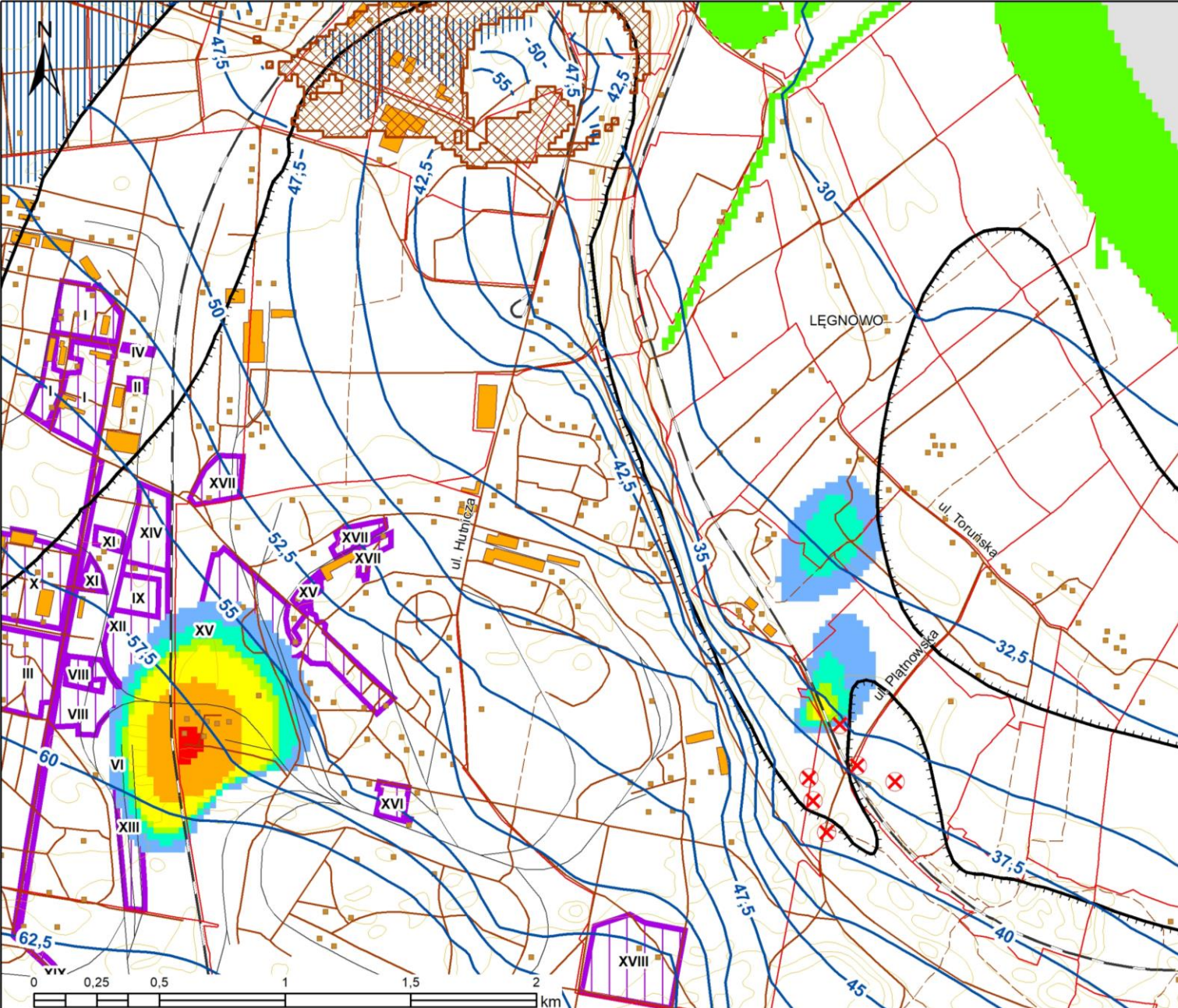


Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Nitrobenzen

W przeprowadzonej symulacji numerycznej po 10 latach rejestrujemy trzy chmury zanieczyszczeń. Chmura w rejonie składowiska przy ul. Zielonej charakteryzuje się najwyższym stężeniem (5-10 mg/L), najniższe stężenie (0,1-1 mg/L) ma chmura w rejonie ul. Lisiej, natomiast największa obszarowo chmura zlokalizowana jest pomiędzy ul. Hutniczą i Przyłubską i charakteryzuje się stężeniem na poziomie od 0,1-1 mg/L do 1-5 mg/L. W kolejnych krokach czasowych, chmura z rejonu Lisiej przemieszczać się będzie w kierunku Hutniczej. Chmura z rejonu ulic Hutniczej i Przyłubskiej w czasie +50 przemieści się w kierunku Łęgnowa, przy równoczesnej redukcji zanieczyszczenia do poziomu pomiędzy 0,01-0,05 mg/L i 0,01-0,001 mg/L, natomiast zanieczyszczenia pochodzące ze składowiska przy ul. Zielonej osiągną ul. początek ul. Płatnowskiej.

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń Toluidyna czas +10 lat

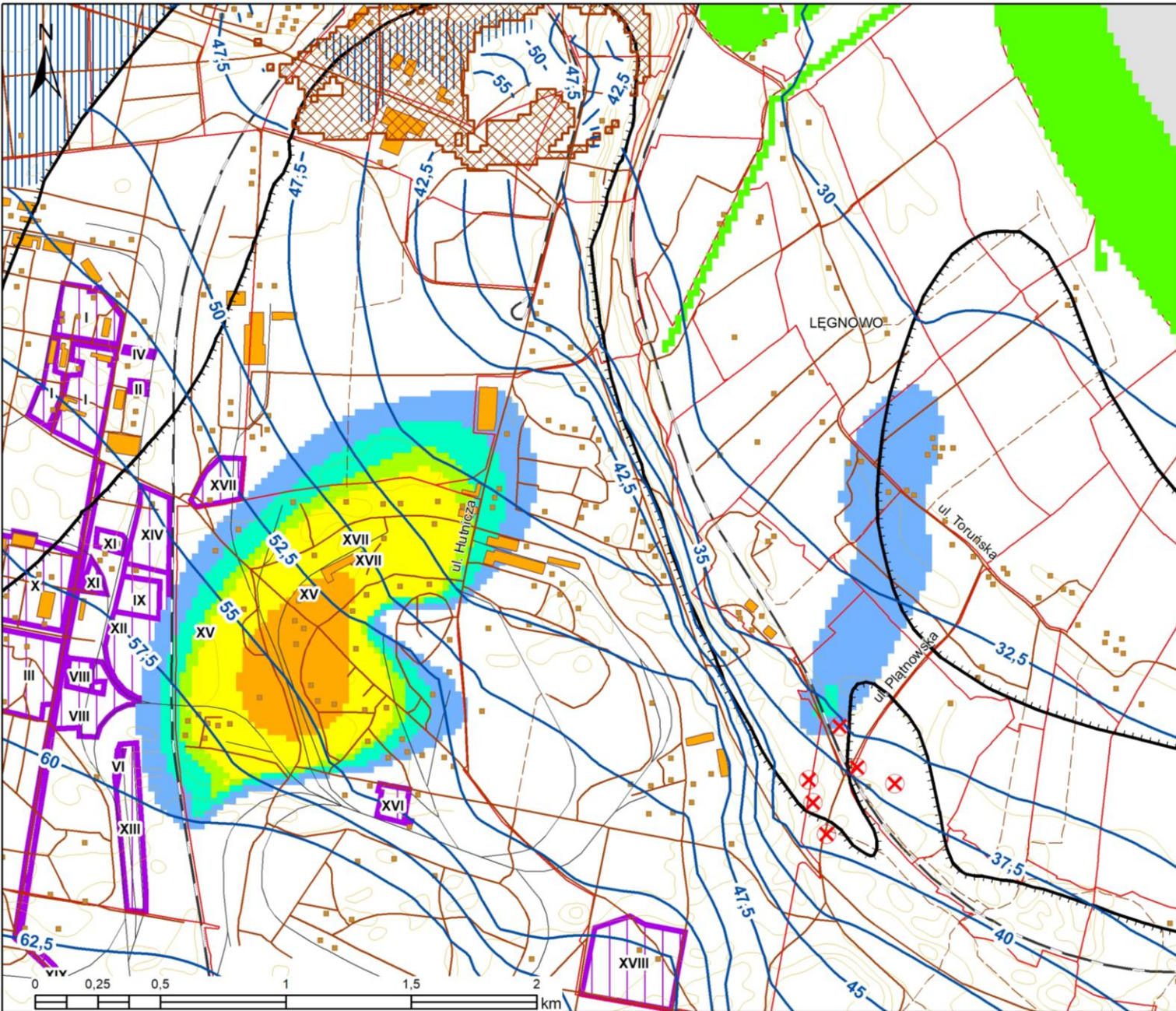


Przestrzenny rozkład koncentracji
toluidyny (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

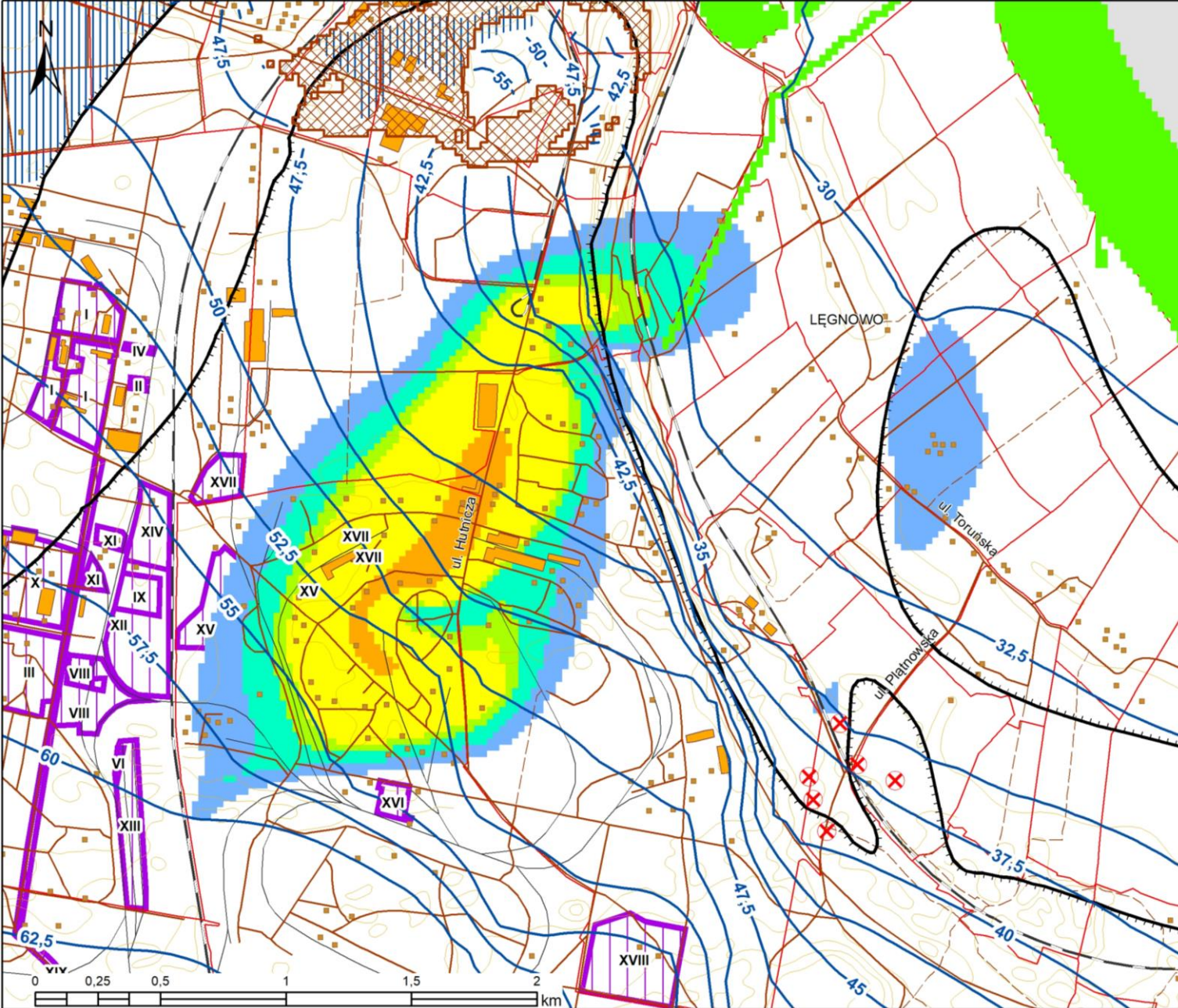
Toluidyna czas +30 lat



Przestrzenny rozkład koncentracji
toluidyny (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS

- 5 - 10
- 1 - 5
- 0,1 - 1
- 0,05 - 0,1
- 0,01 - 0,05
- 0,001 - 0,01

Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń Toluidyna czas +50 lat



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Toluidyna

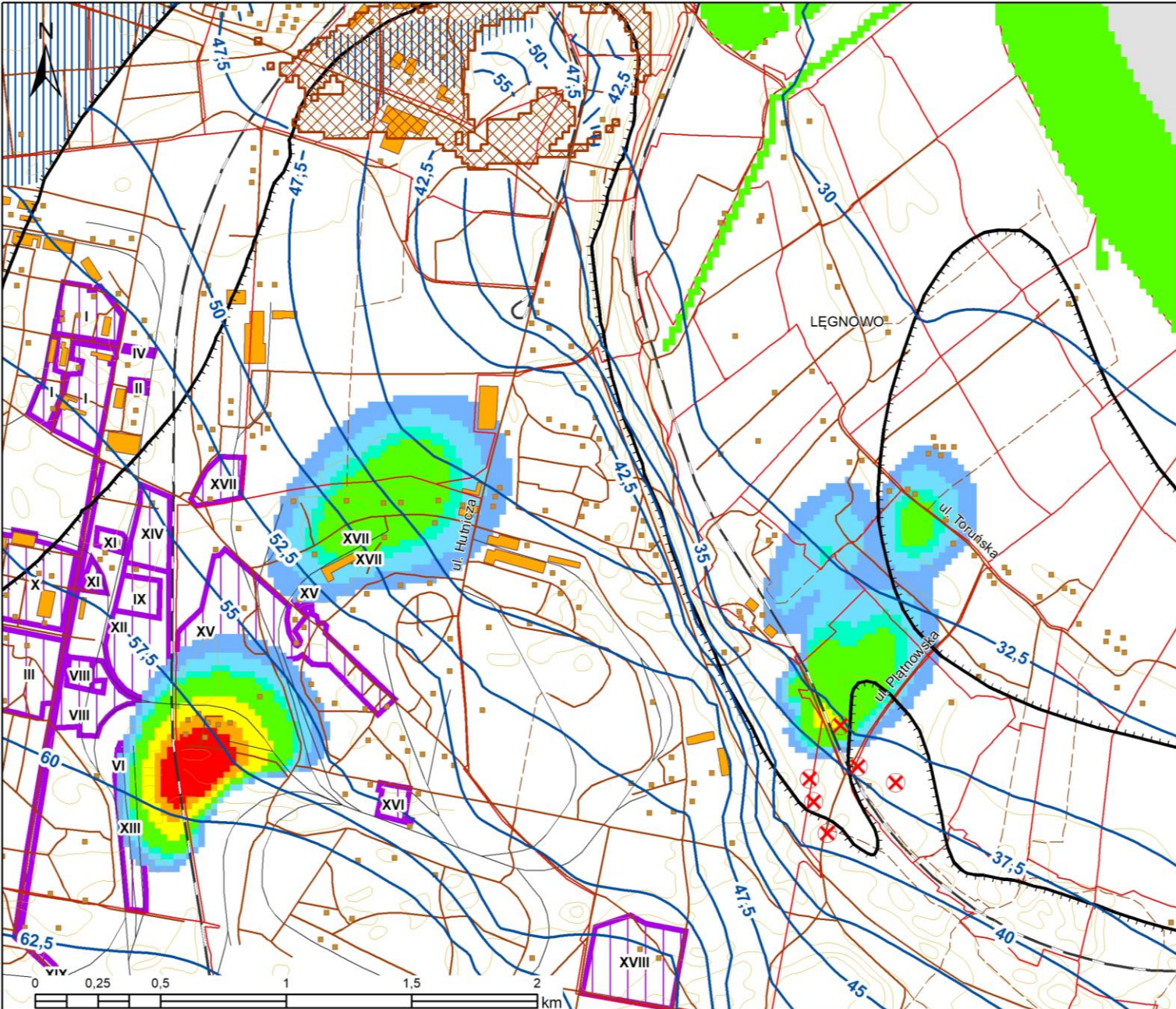
Zrealizowany scenariusz numeryczny prognozuje przemieszczanie się chmury zanieczyszczeń z rejonu ul. Przyłubskiej w kierunku Łęgnowa. Po czasie +20 lat przekroczy ona ul. Toruńską z koncentracją na poziomie 0,001-0,01 mg/L w kolejnych krokach czasowych, prognozuje się stopniową redukcję stężenia.

Na podstawie przeprowadzonej symulacji prognozuje się, że chmura z rejonu ul. Lisiej po czasie +30 lat przekroczy ul. Hutniczą i w kroku czasowym +50 lat dotrze do ul.

Wypaleniskiej.

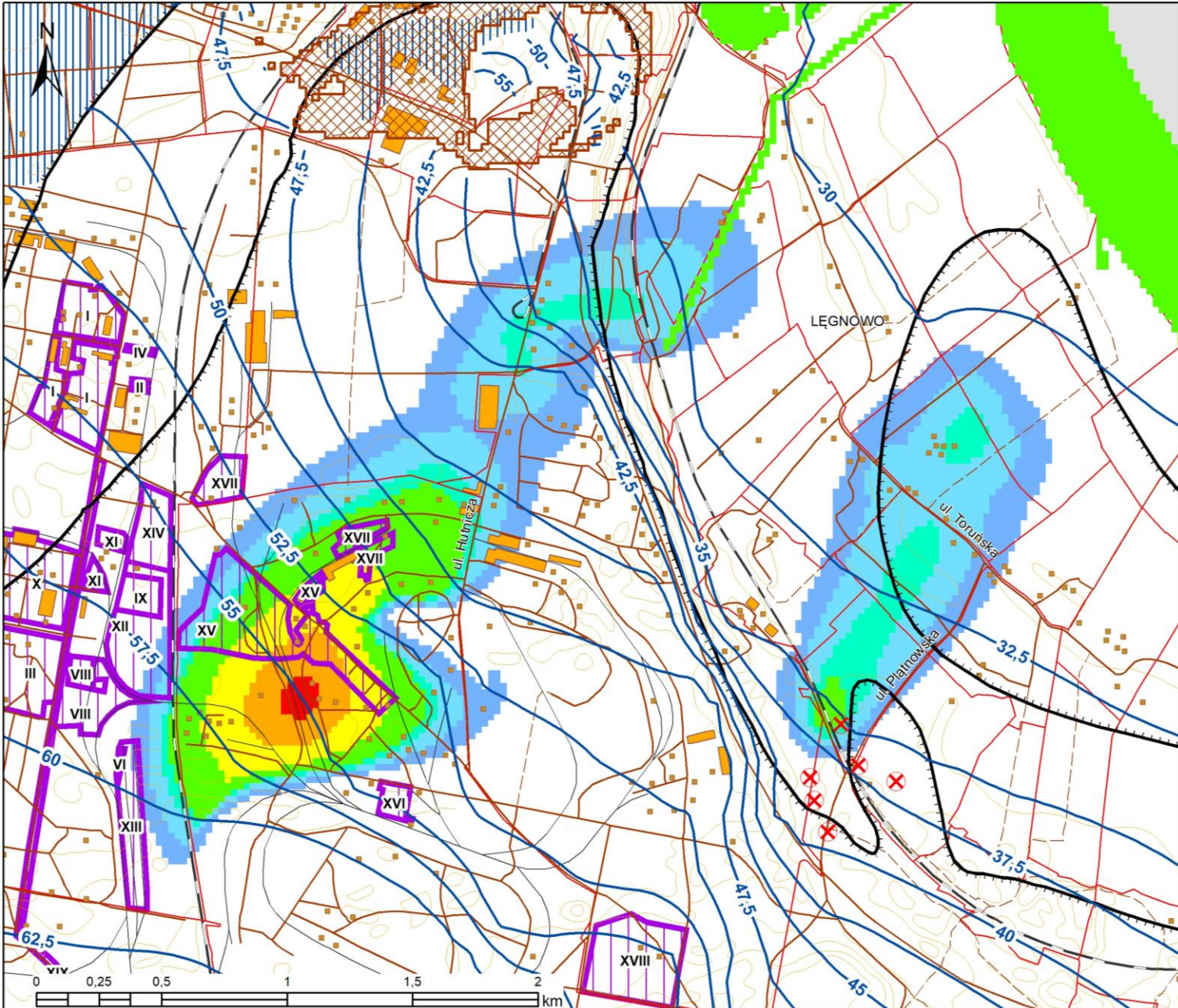
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Toluenodiamina czas
+10 lat



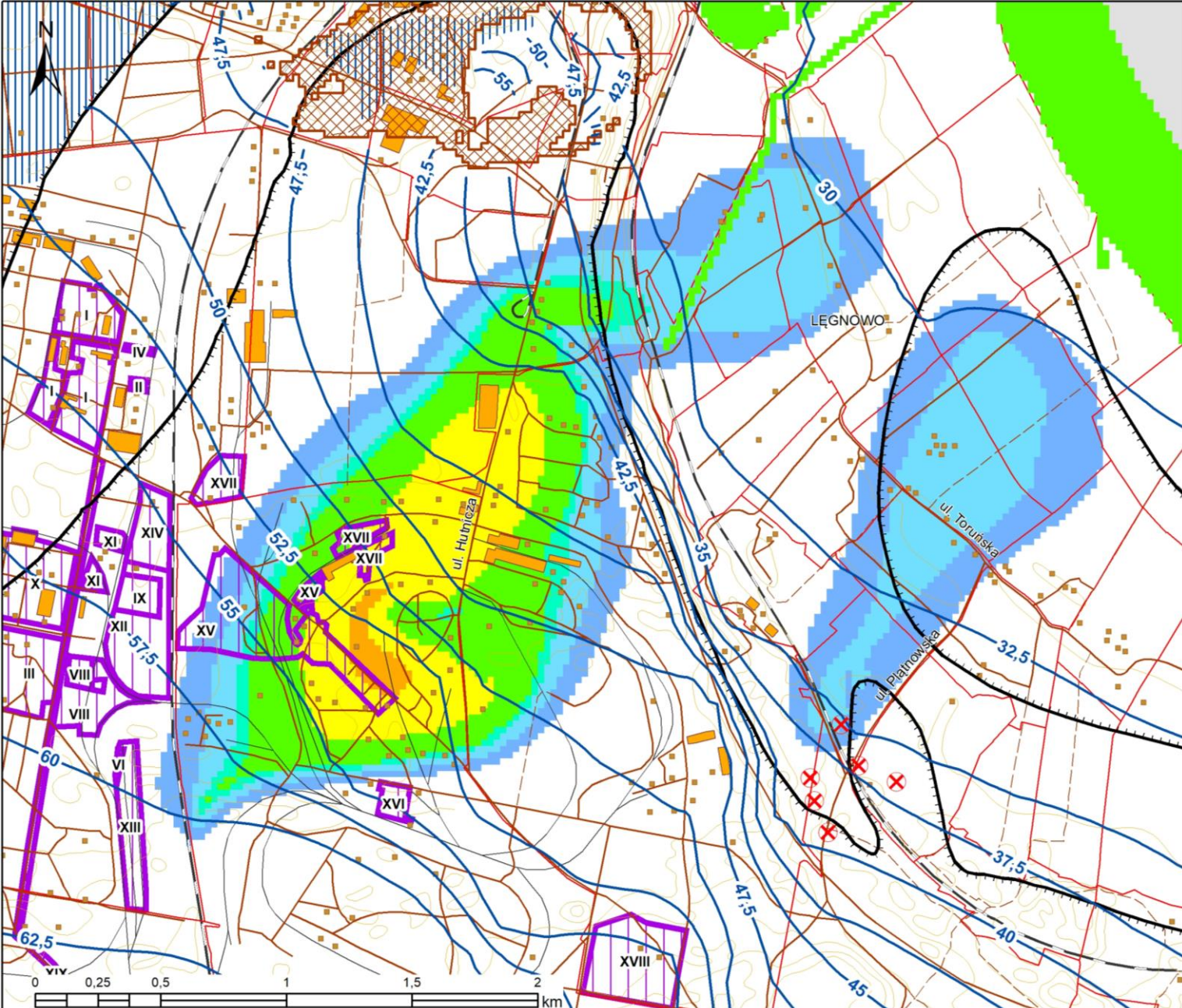
Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Toluenodiamina czas
+30 lat



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Toluenodiamina czas
+50 lat



Przestrenny rozkład koncentracji
toluenodiaminy (mg/l) symulacja
transportu masy MT3D DMS



Wyniki symulacji migracji zanieczyszczeń

Toluenodiamina

Przeprowadzona symulacja numeryczna prognozuje w czasie +10 lat migrację trzech chmur zanieczyszczeń, ze wskazanych powyżej obszarów, które po czasie +40 lat połączą się w dwie chmury, które pod względem przestrzennym będą miały bardzo zbliżony zasięg do toluidyny. Po czasie +50 lat prognozuje się, że chmura z rejonu ul. Przyłubskiej dotrze do granicy wałów przeciwpowodziowych rzeki Wisły, a chmura z rejonu ul. Lisiej przekroczy tereny zabudowane Łęgnowa. Największa koncentracja toluenodiaminy utrzymywała się będzie pomiędzy składowiskiem szlamu anilinowego (XV) a ul. Hutniczą.

Podsumowanie

- Warunki początkowe migracji zanieczyszczeń dla wybranych zanieczyszczeń określono w oparciu o opracowane przestrzenne mapy stref zanieczyszczeń wód podziemnych w postaci zasięgów chmur zanieczyszczeń.
 - Badania numeryczne migracji zanieczyszczeń dla poszczególnych substancji udokumentowano na licznych załącznikach graficznych (60 rycin), dla poszczególnych kroków czasowych w czasie +25 lat dla siarczanów i chlorków oraz w czasie +50 lat dla związków organicznych.
 - Z przeprowadzonych analiz migracji zanieczyszczeń wynika, że obszar zanieczyszczonych wód podziemnych w szczególności związkami organicznymi pochodzącymi z dawnych Zakładów Chemicznych „Zachem”, będzie się stopniowo rozszerzał w kierunku terenów zabudowanych Łęgnowa powodując postępującą degradację wód podziemnych.
-