

Table S1. Statistical parameters.

Error estimator	Equation
coefficient of determination	$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (T_{O_i} - \bar{T}_O)(T_{P_i} - \bar{T}_P)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (T_{O_i} - \bar{T}_O)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (T_{P_i} - \bar{T}_P)^2}} \right]^2$
root mean square error	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{O_i} - T_{P_i})^2}$
normalized root mean square error	$NRMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{O_i} - T_{P_i})^2}}{T_{O_{max}} - T_{O_{min}}}$
Nash–Sutcliffe model efficiency coefficient	$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (T_{O_i} - T_{P_i})^2}{\sum_{i=1}^n (T_{O_i} - \bar{T}_O)^2}$
mean absolute percentage error	$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left \frac{T_{O_i} - T_{P_i}}{T_{O_i}} \right $

n —the number of observations, T_{O_i} —the observed value of temperature, °C, for $i \in [1, n]$, \bar{T}_O —mean observed value of temperature, °C, T_{P_i} —the predicted value of temperature, °C, for $i \in [1, n]$, \bar{T}_P —mean predicted value of temperature, °C, $T_{O_{max}}$ —maximum observed value of temperature, °C, $T_{O_{min}}$ —minimum observed value of temperature, °C.

Table S2. The results of trends analysis of air temperature for the period of 1984–2020.

Period	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope
Gorzów Wielkopolski (1)						Piła (2)				
Nov	206	0.327	2.792	0.0052**	0.076	210	0.333	2.847	0.0044**	0.078
Dec	118	0.187	1.594	0.1110	0.060	110	0.175	1.485	0.1376	0.051
Jan	10	0.016	0.123	0.9024	0.009	10	0.016	0.123	0.9024	0.009
Feb	72	0.114	0.967	0.3335	0.049	72	0.114	0.967	0.3335	0.047
Mar	94	0.149	1.267	0.2052	0.038	96	0.152	1.294	0.1957	0.049
Apr	246	0.390	3.337	0.0008**	0.067	212	0.337	2.874	0.0041**	0.059
May	14	0.022	0.177	0.8595	0.003	12	0.019	0.150	0.8809	0.004
Jun	252	0.400	3.419	0.0006**	0.089	262	0.416	3.555	0.0004**	0.083
Jul	138	0.219	1.866	0.0620	0.042	126	0.200	1.703	0.0886	0.051
Aug	186	0.295	2.520	0.0117*	0.061	200	0.317	2.711	0.0067**	0.070
Sep	196	0.311	2.656	0.0079**	0.060	194	0.308	2.629	0.0086**	0.057
Oct	82	0.130	1.103	0.2699	0.038	84	0.133	1.131	0.2583	0.041
Year	234	0.371	3.174	0.0015**	0.049	218	0.346	2.956	0.0031**	0.050
Słubice (3)						Leszno (4)				
Nov	180	0.286	2.438	0.0148*	0.067	232	0.368	3.146	0.0017**	0.088
Dec	98	0.156	1.321	0.1864	0.047	98	0.156	1.321	0.1864	0.053
Jan	24	0.038	0.313	0.7541	0.017	22	0.035	0.286	0.7748	0.015
Feb	76	0.121	1.022	0.3070	0.055	72	0.114	0.967	0.3335	0.046
Mar	82	0.130	1.103	0.2699	0.042	77	0.122	1.035	0.3005	0.039
Apr	228	0.362	3.092	0.0020**	0.067	202	0.321	2.738	0.0062**	0.051
May	8	0.013	0.095	0.9240	0.002	−26	−0.041	−0.341	0.7335	−0.017

Jun	276	0.438	3.746	0.0002**	0.083	270	0.429	3.664	0.0002**	0.083
Jul	166	0.263	2.247	0.0246*	0.050	172	0.273	2.329	0.0198*	0.054
Aug	236	0.375	3.201	0.0014**	0.077	236	0.375	3.201	0.0014**	0.072
Sep	200	0.317	2.711	0.0067**	0.061	182	0.289	2.465	0.0137*	0.054
Oct	112	0.178	1.512	0.1306	0.047	114	0.181	1.539	0.1238	0.046
Year	238	0.378	3.228	0.0012**	0.055	222	0.352	3.010	0.0026**	0.051
Wielichowo (5)					Zielona Góra (6)					
Nov	222	0.352	3.010	0.0026**	0.075	222	0.352	3.010	0.0026**	0.073
Dec	102	0.162	1.376	0.1689	0.050	116	0.184	1.566	0.1173	0.050
Jan	16	0.025	0.204	0.8381	0.010	20	0.032	0.259	0.7958	0.015
Feb	66	0.105	0.885	0.3760	0.043	78	0.124	1.049	0.2943	0.053
Mar	90	0.143	1.212	0.2254	0.047	104	0.165	1.403	0.1606	0.054
Apr	224	0.356	3.037	0.0024**	0.051	238	0.378	3.228	0.0012**	0.076
May	-19	-0.030	-0.245	0.8063	-0.010	-3	-0.005	-0.027	0.9783	-0.002
Jun	248	0.394	3.364	0.0008**	0.075	264	0.419	3.582	0.0003**	0.094
Jul	152	0.241	2.057	0.0397*	0.055	132	0.210	1.784	0.0744	0.052
Aug	218	0.346	2.956	0.0031**	0.069	174	0.276	2.356	0.0185*	0.070
Sep	160	0.254	2.166	0.0303*	0.049	178	0.283	2.411	0.0159*	0.069
Oct	94	0.149	1.267	0.2052	0.041	78	0.124	1.049	0.2943	0.034
Year	230	0.365	3.119	0.0018**	0.052	228	0.362	3.092	0.0020**	0.050
Period	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope
Chrzastkowo (7)					Poznań – Ławica (8)					
Nov	200	0.317	2.711	0.0067**	0.071	240	0.381	3.255	0.0011**	0.085
Dec	108	0.171	1.457	0.1450	0.042	108	0.171	1.457	0.1450	0.054
Jan	0	0.000	0.000	1.0000	0.000	12	0.019	0.150	0.8809	0.009
Feb	60	0.095	0.804	0.4216	0.039	76	0.121	1.022	0.3070	0.049
Mar	92	0.146	1.240	0.2152	0.046	90	0.143	1.212	0.2254	0.048
Apr	202	0.321	2.738	0.0062**	0.051	238	0.378	3.228	0.0012**	0.065
May	10	0.016	0.123	0.9024	0.002	24	0.038	0.313	0.7541	0.008
Jun	238	0.378	3.228	0.0012**	0.071	306	0.486	4.154	0.0000**	0.104
Jul	142	0.225	1.921	0.0548	0.047	178	0.283	2.411	0.0159*	0.062
Aug	198	0.314	2.683	0.0073**	0.063	280	0.444	3.800	0.0001**	0.092
Sep	189	0.300	2.561	0.0104*	0.058	234	0.371	3.174	0.0015**	0.075
Oct	70	0.111	0.940	0.3473	0.038	100	0.159	1.348	0.1775	0.051
Year	204	0.324	2.765	0.0057**	0.044	274	0.435	3.719	0.0002**	0.061
Kalisz (9)					Koło (10)					
Nov	242	0.384	3.283	0.0010**	0.092	228	0.362	3.092	0.0020**	0.081
Dec	118	0.187	1.594	0.1110	0.056	124	0.197	1.675	0.0939	0.059
Jan	-6	-0.010	-0.068	0.9457	-0.003	2	0.003	0.014	0.9891	0.001
Feb	58	0.092	0.776	0.4375	0.047	50	0.079	0.667	0.5045	0.046
Mar	110	0.175	1.485	0.1376	0.058	120	0.190	1.621	0.1050	0.068
Apr	212	0.337	2.874	0.0041**	0.059	220	0.349	2.983	0.0029**	0.062
May	-2	-0.003	-0.014	0.9891	0.000	-16	-0.025	-0.204	0.8381	-0.006
Jun	274	0.435	3.719	0.0002**	0.090	276	0.438	3.746	0.0002**	0.079
Jul	162	0.257	2.193	0.0283*	0.058	154	0.244	2.084	0.0372*	0.054
Aug	252	0.400	3.419	0.0006**	0.075	268	0.425	3.637	0.0003**	0.071
Sep	196	0.311	2.656	0.0079**	0.066	208	0.330	2.820	0.0048**	0.069
Oct	88	0.140	1.185	0.2360	0.041	94	0.149	1.267	0.2052	0.048
Year	236	0.375	3.201	0.0014**	0.051	244	0.387	3.310	0.0009**	0.051

Łódź – Lublinek (11)						Sulejów (12)				
Nov	224	0.356	3.037	0.0024**	0.089	204	0.324	2.765	0.0057**	0.085
Dec	136	0.216	1.839	0.0659	0.066	136	0.216	1.839	0.0659	0.059
Jan	−4	−0.006	−0.041	0.9674	−0.001	1	0.002	0.000	1.0000	0.000
Feb	64	0.102	0.858	0.3908	0.049	60	0.095	0.804	0.4216	0.039
Mar	108	0.171	1.457	0.1450	0.065	124	0.197	1.675	0.0939	0.059
Apr	150	0.238	2.030	0.0424*	0.048	192	0.305	2.602	0.0093**	0.056
May	−36	−0.057	−0.477	0.6336	−0.013	−2	−0.003	−0.014	0.9891	−0.001
Jun	272	0.432	3.691	0.0002**	0.077	280	0.444	3.800	0.0001**	0.081
Jul	114	0.181	1.539	0.1238	0.048	158	0.251	2.138	0.0325*	0.057
Aug	240	0.381	3.255	0.0011**	0.065	298	0.473	4.045	0.0001**	0.074
Sep	178	0.283	2.411	0.0159*	0.059	200	0.317	2.711	0.0067**	0.066
Oct	76	0.121	1.022	0.3070	0.033	96	0.152	1.294	0.1957	0.040
Year	214	0.340	2.901	0.0037**	0.049	278	0.441	3.773	0.0002**	0.052
Period	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope
Wieluń (13)						Lgota Górna (14)				
Nov	214	0.340	2.901	0.0037**	0.094	204	0.324	2.765	0.0057**	0.094
Dec	122	0.194	1.648	0.0993	0.058	140	0.222	1.893	0.0583	0.070
Jan	−2	−0.003	−0.014	0.9891	−0.002	22	0.035	0.286	0.7748	0.016
Feb	74	0.117	0.994	0.3201	0.056	88	0.140	1.185	0.2360	0.072
Mar	122	0.194	1.648	0.0993	0.063	90	0.143	1.212	0.2254	0.052
Apr	212	0.337	2.874	0.0041**	0.062	186	0.295	2.520	0.0117*	0.050
May	−34	−0.054	−0.449	0.6531	−0.007	−33	−0.052	−0.436	0.6629	−0.010
Jun	294	0.467	3.991	0.0001**	0.082	250	0.397	3.392	0.0007**	0.076
Jul	154	0.244	2.084	0.0372*	0.056	122	0.194	1.648	0.0993	0.043
Aug	272	0.432	3.691	0.0002**	0.079	250	0.397	3.392	0.0007**	0.068
Sep	180	0.286	2.438	0.0148*	0.063	164	0.260	2.220	0.0264*	0.048
Oct	76	0.121	1.022	0.3070	0.043	82	0.130	1.103	0.2699	0.035
Year	258	0.410	3.501	0.0005**	0.057	248	0.394	3.364	0.0008**	0.047
Końuda Wielka (15)						Toruń (16)				
Nov	222	0.352	3.010	0.0026**	0.076	204	0.324	2.765	0.0057**	0.08
Dec	118	0.187	1.594	0.1110	0.053	122	0.194	1.648	0.0993	0.059
Jan	2	0.003	0.014	0.9891	0.001	20	0.032	0.259	0.7958	0.012
Feb	58	0.092	0.776	0.4375	0.045	56	0.089	0.749	0.4538	0.042
Mar	114	0.181	1.539	0.1238	0.062	118	0.187	1.594	0.1110	0.062
Apr	186	0.295	2.520	0.0117*	0.044	196	0.311	2.656	0.0079**	0.052
May	−6	−0.010	−0.068	0.9457	−0.003	38	0.060	0.504	0.6143	0.012
Jun	246	0.390	3.337	0.0008**	0.074	252	0.400	3.419	0.0006**	0.075
Jul	124	0.197	1.675	0.0939	0.041	136	0.216	1.839	0.0659	0.04
Aug	156	0.248	2.111	0.0348*	0.047	194	0.308	2.629	0.0086**	0.061
Sep	126	0.200	1.703	0.0886	0.041	206	0.327	2.792	0.0052**	0.062
Oct	82	0.130	1.103	0.2699	0.033	88	0.140	1.185	0.2360	0.046
Year	186	0.295	2.520	0.0117*	0.043	214	0.340	2.901	0.0037**	0.049

*—significant at a level of 0.05; **—significant at a level of 0.01.

Table S3. The results of trends analysis of river water temperature for the period of 1984–2020.

Period	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope	S	Tau	Z-Value	p-Value	Sen's Slope
Warta – Gorzów Wielkopolski (a)						Obra – Zbąszyń (b)				
Nov	194	0.308	2.629	0.0086**	0.049	326	0.5170	4.427	0.0000**	0.080
Dec	156	0.248	2.111	0.0348*	0.036	226	0.3590	3.065	0.0022**	0.049
Jan	54	0.086	0.722	0.4704	0.015	92	0.1460	1.24	0.2152	0.021
Feb	62	0.098	0.831	0.4060	0.015	90	0.1430	1.212	0.2254	0.031
Mar	86	0.137	1.158	0.2470	0.040	148	0.2350	2.002	0.0453*	0.047
Apr	158	0.251	2.138	0.0325*	0.046	214	0.3400	2.901	0.0037**	0.054
May	88	0.140	1.185	0.2360	0.030	28	0.0440	0.368	0.7130	0.009
Jun	256	0.406	3.473	0.0005**	0.076	226	0.3590	3.065	0.0022**	0.071
Jul	176	0.279	2.384	0.0171*	0.049	166	0.2630	2.247	0.0246*	0.044
Aug	258	0.410	3.501	0.0005**	0.071	298	0.4730	4.045	0.0001**	0.082
Sep	282	0.448	3.827	0.0001**	0.067	238	0.3780	3.228	0.0012*	0.063
Oct	138	0.219	1.866	0.0620	0.038	120	0.1900	1.621	0.1050	0.035
Year	300	0.476	4.073	0.0000**	0.043	384	0.6100	5.217	0.0000**	0.050
Gwda – Piła (c)						Warta – Śrem (d)				
Nov	188	2.547	2.547	0.0109*	0.044	278	0.441	3.773	0.0002**	0.085
Dec	88	1.185	1.185	0.2360	0.022	216	0.343	2.928	0.0034**	0.044
Jan	–6	–0.068	–0.068	0.9457	–0.001	36	0.057	0.477	0.6336	0.006
Feb	24	0.313	0.313	0.7541	0.008	100	0.159	1.348	0.1775	0.029
Mar	80	1.076	1.076	0.2819	0.026	122	0.194	1.648	0.0993	0.044
Apr	188	2.547	2.547	0.0109*	0.048	220	0.349	2.983	0.0029**	0.073
May	42	0.558	0.558	0.5765	0.011	22	0.035	0.286	0.7748	0.007
Jun	256	3.473	3.473	0.0005**	0.063	292	0.463	3.964	0.0001**	0.083
Jul	154	2.084	2.084	0.0372*	0.040	162	0.257	2.193	0.0283*	0.048
Aug	246	3.337	3.337	0.0008**	0.055	314	0.498	4.263	0.0000**	0.064
Sep	280	3.800	3.800	0.0001**	0.053	270	0.429	3.664	0.0002**	0.086
Oct	74	0.994	0.994	0.3201	0.019	176	0.279	2.384	0.0171*	0.053
Year	292	3.964	3.964	0.0001**	0.030	382	0.606	5.190	0.0000	0.054
Prosna – Bogusław (e)						Ner – Dąbie (f)				
Nov	230	0.365	3.119	0.0018**	0.066	58	0.092	0.776	0.4375	0.020
Dec	166	0.263	2.247	0.0246*	0.041	56	0.089	0.749	0.4538	0.013
Jan	28	0.044	0.368	0.7130	0.009	–22	–0.035	–0.286	0.7748	–0.009
Feb	76	0.121	1.022	0.3070	0.022	18	0.029	0.232	0.8169	0.004
Mar	126	0.200	1.703	0.0886	0.050	–10	–0.016	–0.123	0.9024	–0.003
Apr	192	0.305	2.602	0.0093**	0.050	12	0.019	0.15	0.8809	0.002
May	34	0.054	0.449	0.6531	0.008	–50	–0.079	–0.667	0.5045	–0.013
Jun	286	0.454	3.882	0.0001**	0.064	144	0.229	1.948	0.0514	0.037
Jul	172	0.273	2.329	0.0198*	0.044	76	0.121	1.022	0.3070	0.022
Aug	306	0.486	4.154	0.0000**	0.047	140	0.222	1.893	0.0583	0.034
Sep	220	0.349	2.983	0.0029**	0.051	134	0.213	1.812	0.0701	0.031
Oct	144	0.229	1.948	0.0514	0.038	15	0.024	0.191	0.8488	0.003
Year	306	0.486	4.154	0.0000**	0.040	92	0.146	1.24	0.2152	0.010
Widawka – Szczerców (g)						Warta – Bobry (h)				
Nov	276	0.438	3.746	0.0002**	0.061	174	0.276	2.356	0.0185*	0.047
Dec	212	0.337	2.874	0.0041**	0.039	85	0.135	1.144	0.2525	0.022
Jan	80	0.127	1.076	0.2819	0.020	–12	–0.019	–0.150	0.8809	–0.005
Feb	107	0.170	1.444	0.1488	0.026	62	0.098	0.831	0.4060	0.020

Mar	126	0.200	1.703	0.0886	0.028	68	0.108	0.913	0.3615	0.020
Apr	194	0.308	2.629	0.0086**	0.044	74	0.117	0.994	0.3201	0.015
May	78	0.124	1.049	0.2943	0.017	-72	-0.114	-0.967	0.3335	-0.015
Jun	198	0.314	2.683	0.0073**	0.038	148	0.235	2.002	0.0453*	0.037
Jul	116	0.184	1.566	0.1173	0.022	42	0.067	0.558	0.5765	0.006
Aug	212	0.337	2.874	0.0041**	0.029	71	0.113	0.954	0.3402	0.013
Sep	224	0.356	3.037	0.0024**	0.040	66	0.105	0.885	0.3760	0.012
Oct	156	0.248	2.111	0.0348*	0.038	38	0.060	0.504	0.6143	0.012
Year	330	0.524	4.481	0.0000**	0.030	152	0.241	2.057	0.0397*	0.016
Mała Noteć – Gębice (i)						Noteć – Nowe Dreżdenko (j)				
Nov	114	0.181	1.539	0.1238	0.039	236	0.375	3.201	0.0014**	0.059
Dec	176	0.279	2.384	0.0171*	0.048	150	0.238	2.03	0.0424*	0.035
Jan	45	0.071	0.599	0.5489	0.013	70	0.111	0.94	0.3473	0.02
Feb	104	0.165	1.403	0.1606	0.035	46	0.073	0.613	0.5399	0.012
Mar	144	0.229	1.948	0.0514	0.060	78	0.124	1.049	0.2943	0.028
Apr	160	0.254	2.166	0.0303*	0.055	222	0.352	3.01	0.0026**	0.058
May	-18	-0.029	-0.232	0.8169	-0.006	74	0.117	0.994	0.3201	0.022
Jun	198	0.314	2.683	0.0073**	0.074	250	0.397	3.392	0.0007**	0.064
Jul	8	0.013	0.095	0.9240	0.004	155	0.246	2.098	0.0359*	0.03
Aug	118	0.187	1.594	0.1110	0.033	188	0.298	2.547	0.0109*	0.044
Sep	26	0.041	0.341	0.7335	0.005	268	0.425	3.637	0.0003**	0.056
Oct	-8	-0.013	-0.095	0.9240	-0.003	192	0.305	2.602	0.0093**	0.044
Year	182	0.289	2.465	0.0137*	0.036	282	0.448	3.827	0.0001**	0.039

*—significant at a level of 0.05; **—significant at a level of 0.01.

Table S4. The results of trends analysis of lake water temperature for the period of 1984–2020.

Period	S	Tau	Z-Value	P-Value	Sen's Slope
jez. Bytyń Wielki – Nakielno (I)					
Nov	253	0.402	3.433	0.0006**	0.060
Dec	56	0.089	0.749	0.4538	0.012
Jan	94	0.149	1.267	0.2052	0.014
Feb	-7	-0.011	-0.082	0.9348	-0.001
Mar	50	0.079	0.667	0.5045	0.015
Apr	178	0.283	2.411	0.0159*	0.059
May	94	0.149	1.267	0.2052	0.029
Jun	218	0.346	2.956	0.0031**	0.070
Jul	74	0.117	0.994	0.3201	0.028
Aug	108	0.171	1.457	0.1450	0.033
Sep	222	0.352	3.010	0.0026**	0.061
Oct	128	0.203	1.730	0.0837	0.034
Year	196	0.311	2.656	0.0079**	0.033
jez. Sławskie – Radzyń (II)					
Nov	314	0.498	4.263	0.0000**	0.093
Dec	184	0.292	2.493	0.0127*	0.039
Jan	66	0.105	0.885	0.3760	0.007
Feb	136	0.216	1.839	0.0659	0.041
Mar	182	0.289	2.465	0.0137*	0.059
Apr	252	0.400	3.419	0.0006**	0.070
May	56	0.089	0.749	0.4538	0.018
Jun	278	0.441	3.773	0.0002**	0.084

Period	S	Tau	Z-Value	P-Value	Sen's Slope
Jul	268	0.425	3.637	0.0003**	0.066
Aug	314	0.498	4.263	0.0000**	0.072
Sep	326	0.517	4.427	0.0000**	0.090
Oct	208	0.330	2.820	0.0048**	0.052
Year	410	0.651	5.571	0.0000**	0.058
jez. Powidzkie – Powidz (III)					
Nov	194	0.308	2.629	0.0086**	0.033
Dec	28	0.044	0.368	0.7130	0.008
Jan	-110	-0.175	-1.485	0.1376	-0.027
Feb	-92	-0.146	-1.240	0.2152	-0.026
Mar	-10	-0.016	-0.123	0.9024	-0.004
Apr	68	0.108	0.913	0.3615	0.023
May	-56	-0.089	-0.749	0.4538	-0.021
Jun	136	0.216	1.839	0.0659	0.053
Jul	76	0.121	1.022	0.3070	0.030
Aug	154	0.244	2.084	0.0372*	0.041
Sep	164	0.260	2.220	0.0264*	0.050
Oct	54	0.086	0.722	0.4704	0.015
Year	84	0.133	1.131	0.2583	0.014

*—significant at a level of 0.05; **—significant at a level of 0.01.

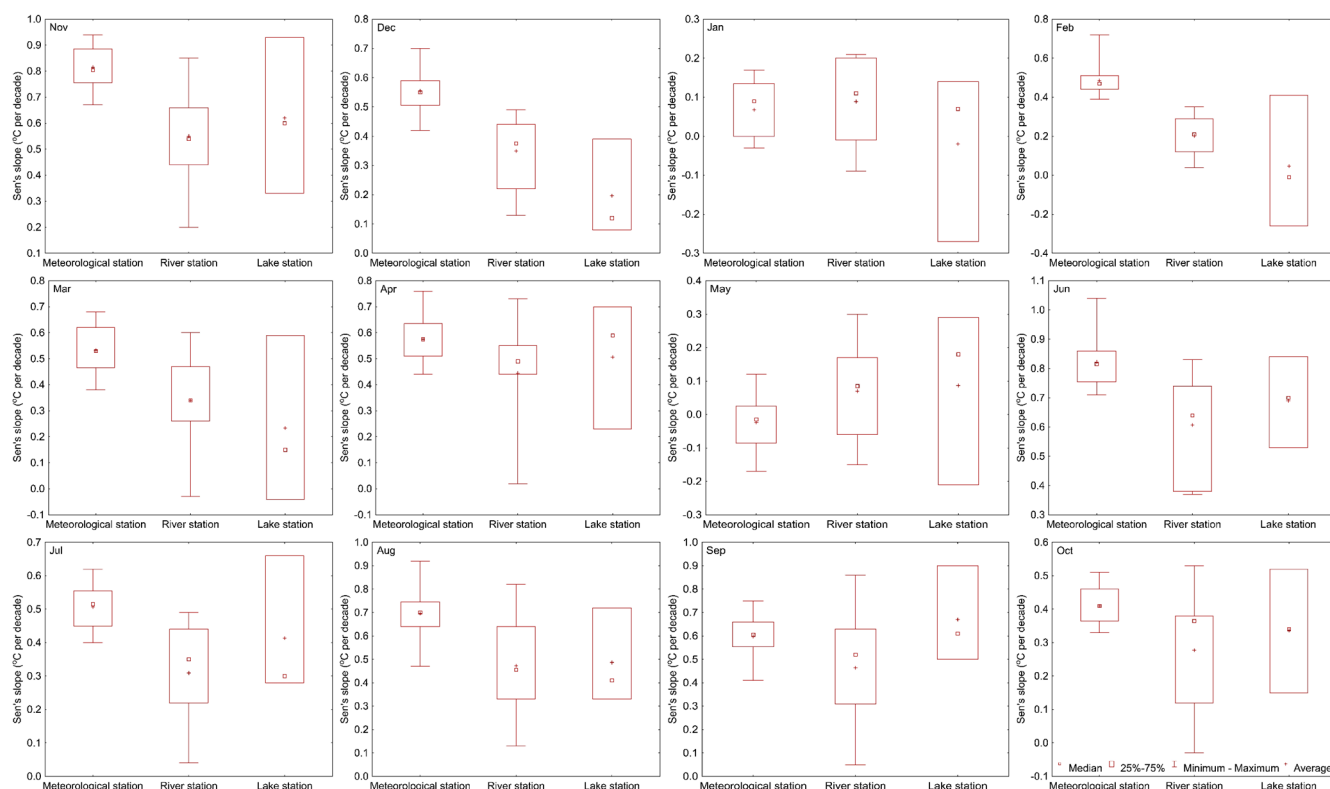


Figure S1. The ranges of mean monthly changes in air and water temperatures in rivers and lakes.