

# Dopady změny klimatu na porosty dubu (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) v Karpatech

## Kirův index mrazu v období 1961-1990

Tomáš Hlásny, Ivan Barka, Jiří Trombik, Laura Dobor, Zoltán Barcza

### Úvodní informace

Karpaty představují největší horské pásmo v Evropě procházející Českou republikou, Rakouskem, Slovenskem, Polskem, Maďarskem, Ukrajinou, Rumunskem a Srbskem. Na přeshraniční hodnocení zranitelnosti ekosystémů v Karpatech v důsledku očekávané změny klimatu je v současnosti zaměřeno více evropských i národních iniciativ. Zranitelnost lesů v Karpatech souvisí jak s jejich managementem, který ve více oblastech vykazuje známky neudržitelnosti, tak i s očekávanou změnou klimatu, v důsledku které dochází k ohrožení porostů suchem i změněnou distribucí a populační dynamikou některých škůdců.

Dub letní a dub zimní jsou dřeviny rozšířené po celých Karpatech, zejména v nižších nadmořských výškách. Jsou charakteristické relativně vysokou tolerancí vůči nedostatku vláhy a tepla. V minulosti byly duby značně poškozovány tracheomykózami, v současnosti patří k nejvýznamnějším škodlivým činitelům různí defoliátoři. Vliv změny klimatu na duby v Karpatech podle projekce budoucího vývoje nebude kritický, naopak duby mají potenciál expanze do vyšších nadmořských výšek, kde mohou nahradit suchem zranitelný buk.

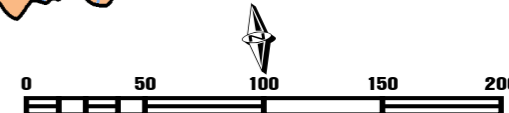
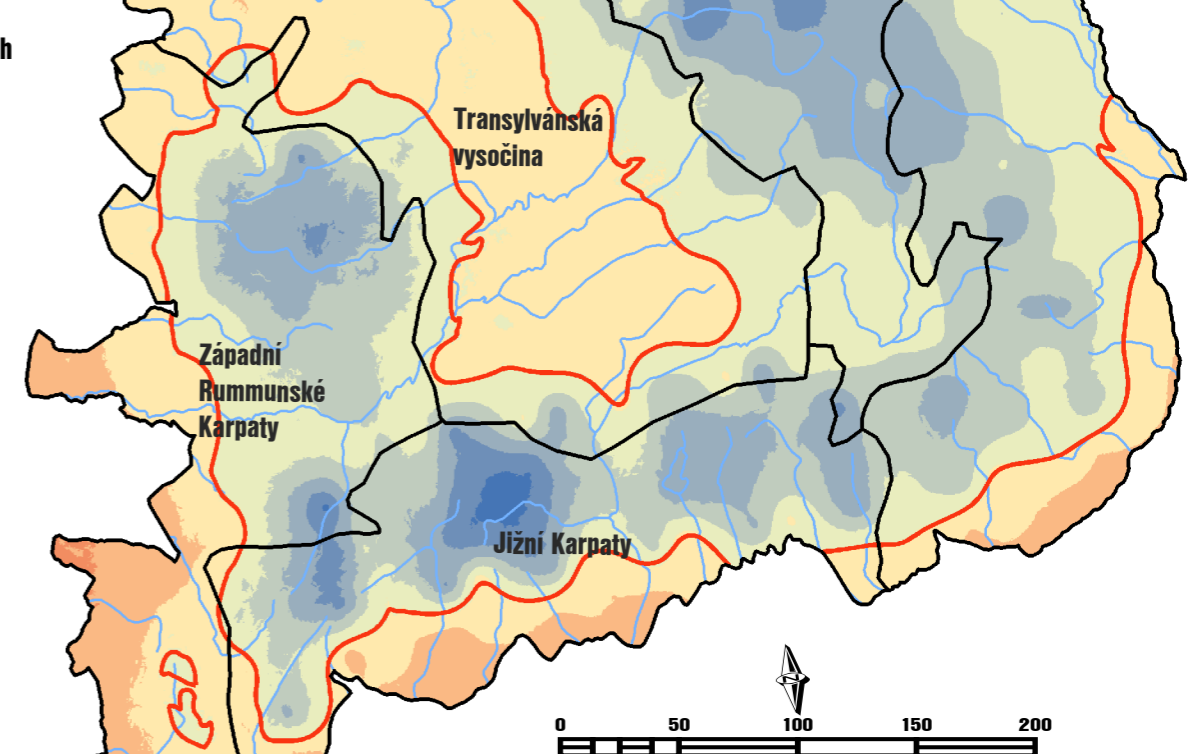
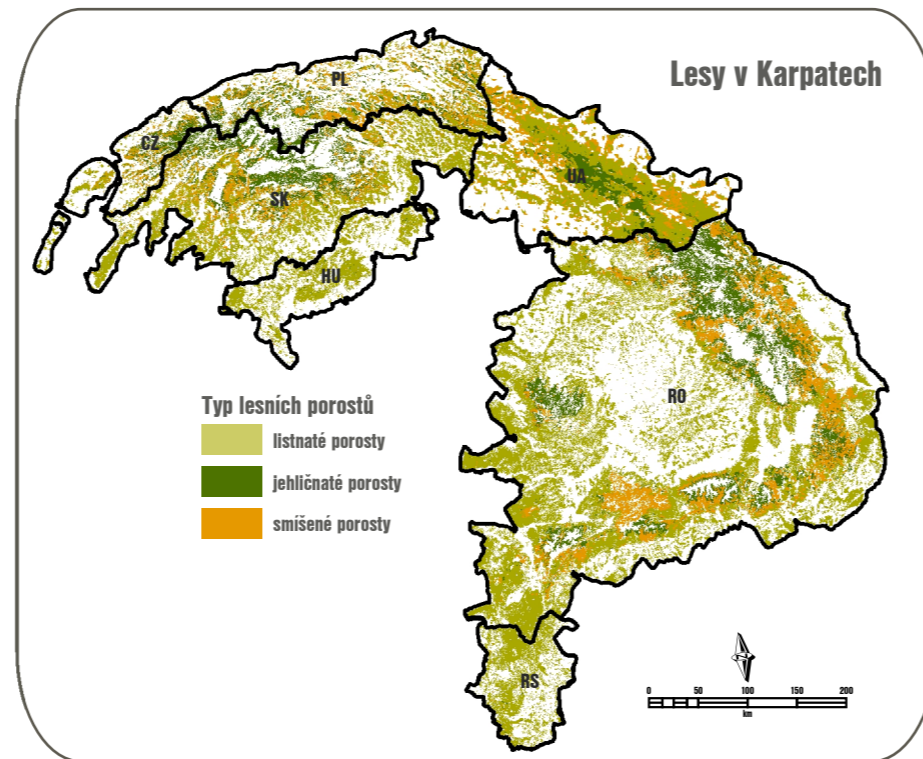
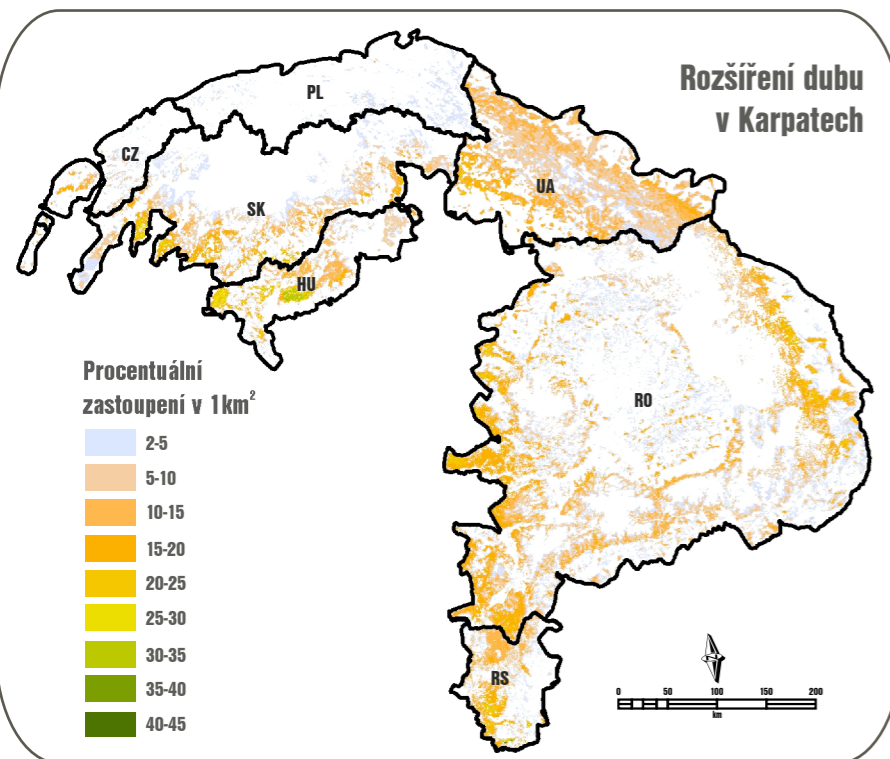
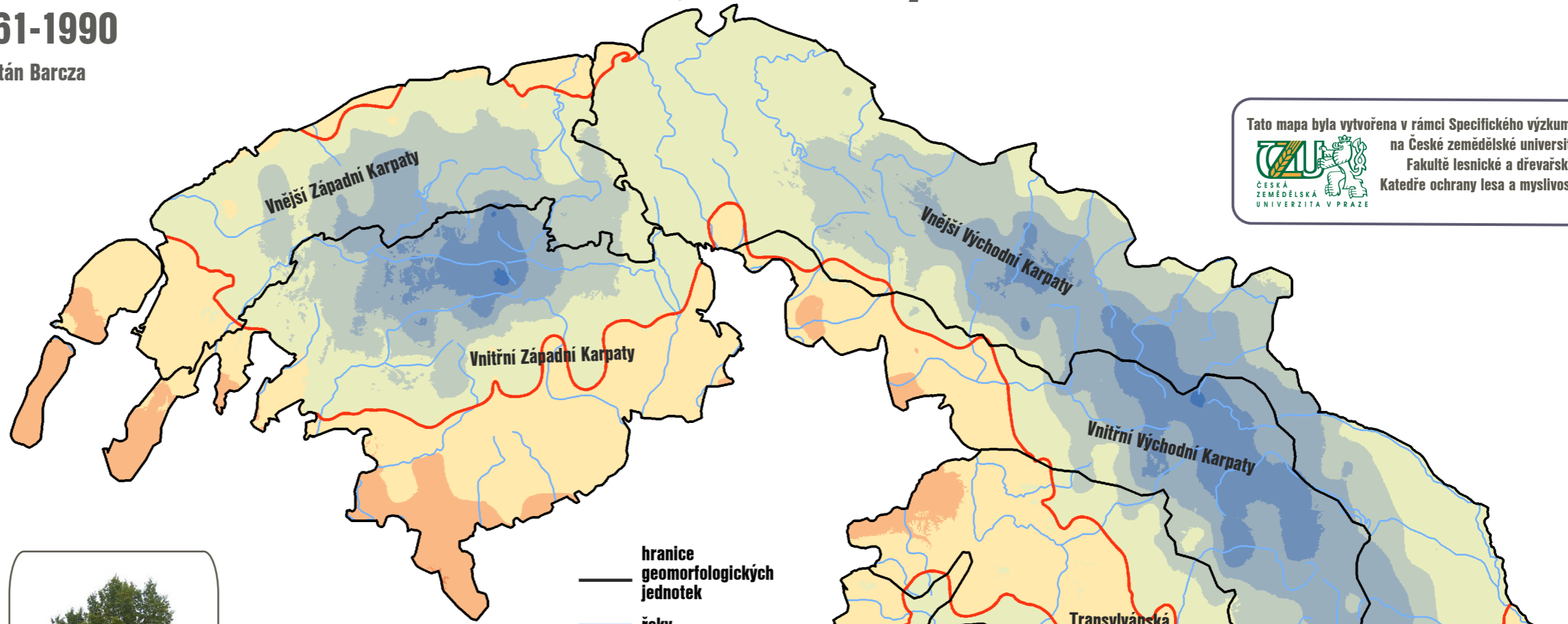
Kirův index mrazu se využívá pro vyhodnocení charakteru zimního klimatu, jelikož podle více prací jsou minimální zimní teploty jedním z faktorů ovlivňujícím distribuční limity vegetace. Minimální teploty jsou významné zejména pro formování horního distribučního limitu vegetace, a to ve smyslu nadmořské výšky i zeměpisné šířky. Kirův index mrazu kumulativně napočítává teploty pro měsíce, ve kterých je průměrná teplota vzduchu menší jako 5°C. Obdobnou charakteristikou je kupříkladu průměrná teplota nejméně chladného měsíce v roce.

### Použitá data

Data o rozšíření dřevin v Karpatech byla převzata z celoevropského statistického mapování dřevin na základě dat národních inventarizací lesa, prediktivního mapování a národních lesnických statistik (Brus a kol. 2011). Výsledkem jsou rastrové mapy s rozlišením 1x1 km, nesoucí informace o zastoupení dané dřeviny. Pro účely této práce byly mapy korigovány na základě dat Corine Landcover.

Klimatická data za období 1951-2007 byla převzata z databáze E-OBS (Haylok a kol. 2008). Data o budoucím klimatu (2007-2100) byla převzata z výsledků projektu ENSEMBLES (van der Linden and Mitchell, 2009). Pro potřeby vytvoření klimatických map Karpat byla použita interpolační technika krigování s externím driftem (Hudson and Wackernagel 1994, Goovaerts 2000), přičemž byla použita nadmořská výška jako podpůrná proměnná, korelována s většinou klimatických prvků. Klimatické mapy byly vytvořeny pro tři časová období - referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bloklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).



### POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE DAT

Brus, D. J., Hengeveld, G. M., Walvoort, D. J. J., Goedhart, P. W., Heidema, A. H., Nabuurs, G. J., & Gunia, K. (2011). Statistical mapping of tree species over Europe. *European Journal of Forest Research*, 145-157.

Fang, J., & Lechowicz, M. J. (2006). Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *Journal of Biogeography*, 33, 1804-1819.

Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1-2), 113-129.

Haylock, M. R., Hofstra, N., Klein Tank, A. M. G., Klok, E. J., Jones, P. D., & New, M. (2008). A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *Journal of Geophysical Research*, 113(D20), D20119.

Hlásny, T., Barcza, Z., Fábrika, M., Balázs, B., Churkina, G., Pajtik, J., Sedmák, R., & Turčáni, M. (2011). Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research*, 47(3), 219-236.

Hudson, G., & Wackernagel, H. (1994). Mapping temperature using kriging with external drift: Theory and an example from Scotland. *International Journal of Climatology*, 14(1), 77-91.

Jump, A. S., Hunt, J. M., & Peñuelas, J. (2006). "Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*." *Global Change Biology* 12(11): 2163-2174.

van der Linden, P., Mitchell, J. F. B. (2009). ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160pp.

Mátyás, C., Berki, I., Czúcz, B., Gálos, B., Mórlicz, N., & Rasztoivits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.

# Dopady změny klimatu na porosty dubu (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) v Karpatech

## Kirův index mrazu v období 2021-2050

Tomáš Hlásny, Ivan Barka, Jiří Trombik, Laura Dobor, Zoltán Barcza

### Úvodní informace

Karpaty představují největší horské pásmo v Evropě procházející Českou republikou, Rakouskem, Slovenskem, Polskem, Maďarskem, Ukrajinou, Rumunskem a Srbskem. Na přeshraniční hodnocení zranitelnosti ekosystémů v Karpatech v důsledku očekávané změny klimatu je v současnosti zaměřeno více evropských i národních iniciativ. Zranitelnost lesů v Karpatech souvisí jak s jejich managementem, který ve více oblastech vykazuje známky neudržitelnosti, tak i s očekávanou změnou klimatu, v důsledku které dochází k ohrožení porostů suchem i změněnou distribucí a populační dynamikou některých škůdců.

Dub letní a dub zimní jsou dřeviny rozšířené po celých Karpatech, zejména v nižších nadmořských výškách. Jsou charakteristické relativně vysokou tolerancí vůči nedostatku vláhy a tepla. V minulosti byly duby značně poškozovány tracheomykózami, v současnosti patří k nejvýznamnějším škodlivým činitelům různí defoliátoři. Vliv změny klimatu na duby v Karpatech podle projekce budoucího vývoje nebude kritický, naopak duby mají potenciál expanze do vyšších nadmořských výšek, kde mohou nahradit suchem zranitelný buk.

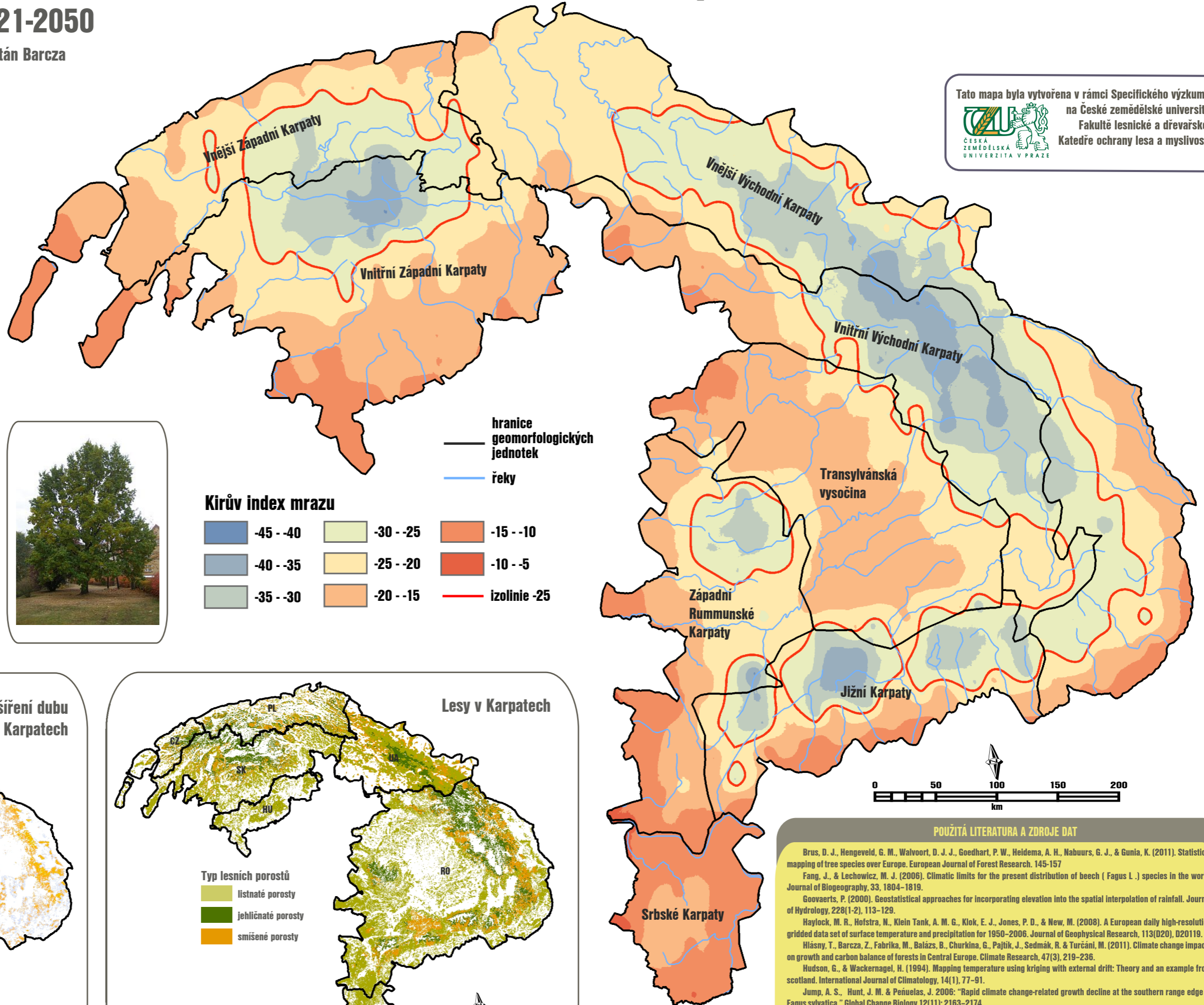
Kirův index mrazu se využívá pro vyhodnocení charakteru zimního klimatu, jelikož podle více prací jsou minimální zimní teploty jedním z faktorů ovlivňujícím distribuční limity vegetace. Minimální teploty jsou významné zejména pro formování horního distribučního limitu vegetace, a to ve smyslu nadmořské výšky i zeměpisné šířky. Kirův index mrazu kumulativně napočítává teploty pro měsíce, ve kterých je průměrná teplota vzduchu menší jako 5°C. Obdobnou charakteristikou je kupříkladu průměrná teplota nejméně chladného měsíce v roce.

### Použitá data

Data o rozšíření dřevin v Karpatech byla převzata z celoevropského statistického mapování dřevin na základě dat národních inventarizací lesa, prediktivního mapování a národních lesnických statistik (Brus a kol. 2011). Výsledkem jsou rastrové mapy s rozlišením 1x1 km, nesoucí informace o zastoupení dané dřeviny. Pro účely této práce byly mapy korigovány na základě dat Corine Landcover.

Klimatická data za období 1951-2007 byla převzata z databáze E-OBS (Haylok a kol. 2008). Data o budoucím klimatu (2007-2100) byla převzata z výsledků projektu ENSEMBLES (van der Linden and Mitchell, 2009). Pro potřeby vytvoření klimatických map Karpat byla použita interpolační technika krigování s externím driftem (Hudson and Wackernagel 1994, Goovaerts 2000), přičemž byla použita nadmořská výška jako podpůrná proměnná, korelována s většinou klimatických prvků. Klimatické mapy byly vytvořeny pro tři časová období – referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bloklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).

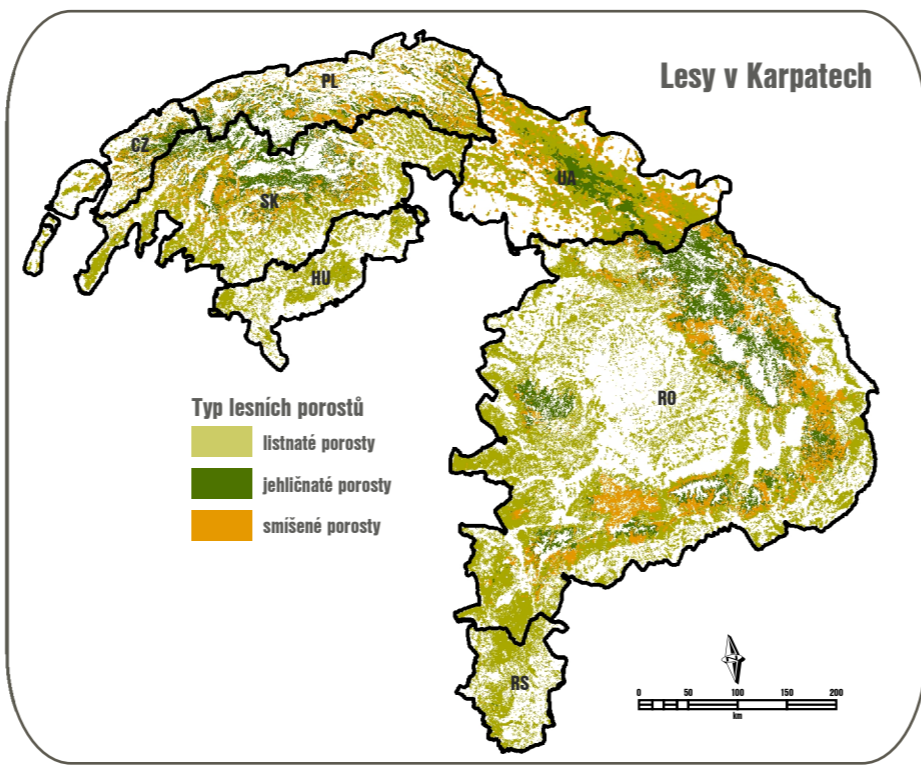
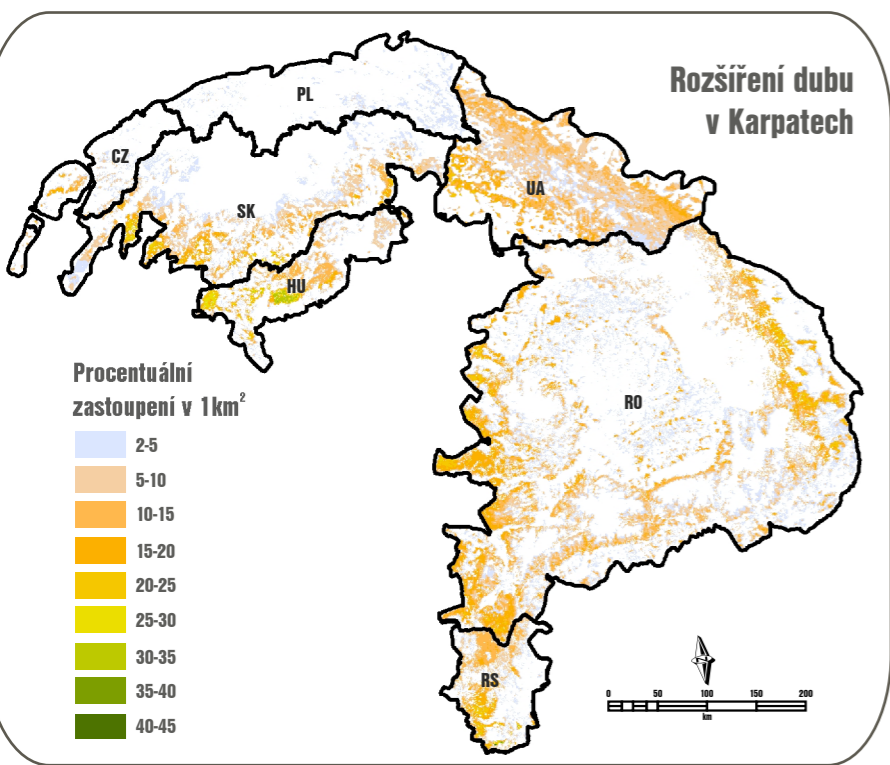


Tato mapa byla vytvořena v rámci Specifického výzkumu na České zemědělské univerzitě Fakultě lesnické a dřevařské, Katedře ochrany lesa a myslivosti



**Kirův index mrazu**

-45 - -40	-30 - -25	-15 - -10
-40 - -35	-25 - -20	-10 - -5
-35 - -30	-20 - -15	izolinie -25



**POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE DAT**

Brus, D. J., Hengeveld, G. M., Walvoort, D. J. J., Goedhart, P. W., Heidema, A. H., Nabuurs, G. J., & Gunia, K. (2011). Statistical mapping of tree species over Europe. *European Journal of Forest Research*, 145-157

Fang, J., & Lechowicz, M. J. (2006). Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *Journal of Biogeography*, 33, 1804-1819.

Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1-2), 113-129.

Haylock, M. R., Hofstra, N., Klein Tank, A. M. G., Klok, E. J., Jones, P. D., & New, M. (2008). A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *Journal of Geophysical Research*, 113(D20), D20119.

Hlásny, T., Barcza, Z., Fabrika, M., Balázs, B., Churkina, G., Pajtik, J., Sedmák, R. & Turčáni, M. (2011). Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research*, 47(3), 219-236.

Hudson, G., & Wackernagel, H. (1994). Mapping temperature using kriging with external drift: Theory and an example from Scotland. *International Journal of Climatology*, 14(1), 77-91.

Jump, A. S., Hunt, J. M. & Peñuelas, J. 2006. "Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*." *Global Change Biology* 12(11): 2163-2174.

van der Linden, P., Mitchell, J. F. B. 2009. ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160pp.

Mátyás, C., Berki, I., Czúcz, B., Gálos, B., Mórlicz, N., & Rasztoivits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.

# Dopady změny klimatu na porosty dubu (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) v Karpatech

## Kirův index mrazu v období 2071-2100

Tomáš Hlásny, Ivan Barka, Jiří Trombik, Laura Dobor, Zoltán Barcza

### Úvodní informace

Karpaty představují největší horské pásmo v Evropě procházející Českou republikou, Rakouskem, Slovenskem, Polskem, Maďarskem, Ukrajinou, Rumunskem a Srbskem. Na přeshraniční hodnocení zranitelnosti ekosystémů v Karpatech v důsledku očekávané změny klimatu je v současnosti zaměřeno více evropských i národních iniciativ. Zranitelnost lesů v Karpatech souvisí jak s jejich managementem, který ve více oblastech vykazuje známky neudržitelnosti, tak i s očekávanou změnou klimatu, v důsledku které dochází k ohrožení porostů suchem i změnou distribuce a populační dynamikou některých škůdců.

Dub letní a dub zimní jsou dřeviny rozšířené po celých Karpatech, zejména v nižších nadmořských výškách. Jsou charakteristické relativně vysokou tolerancí vůči nedostatku vláhy a tepla. V minulosti byly duby značně poškozovány tracheomykózami, v současnosti patří k nejvýznamnějším škodlivým činitelům různí defoliátoři. Vliv změny klimatu na duby v Karpatech podle projekce budoucího vývoje nebude kritický, naopak duby mají potenciál expanze do vyšších nadmořských výšek, kde mohou nahradit suchem zranitelný buk.

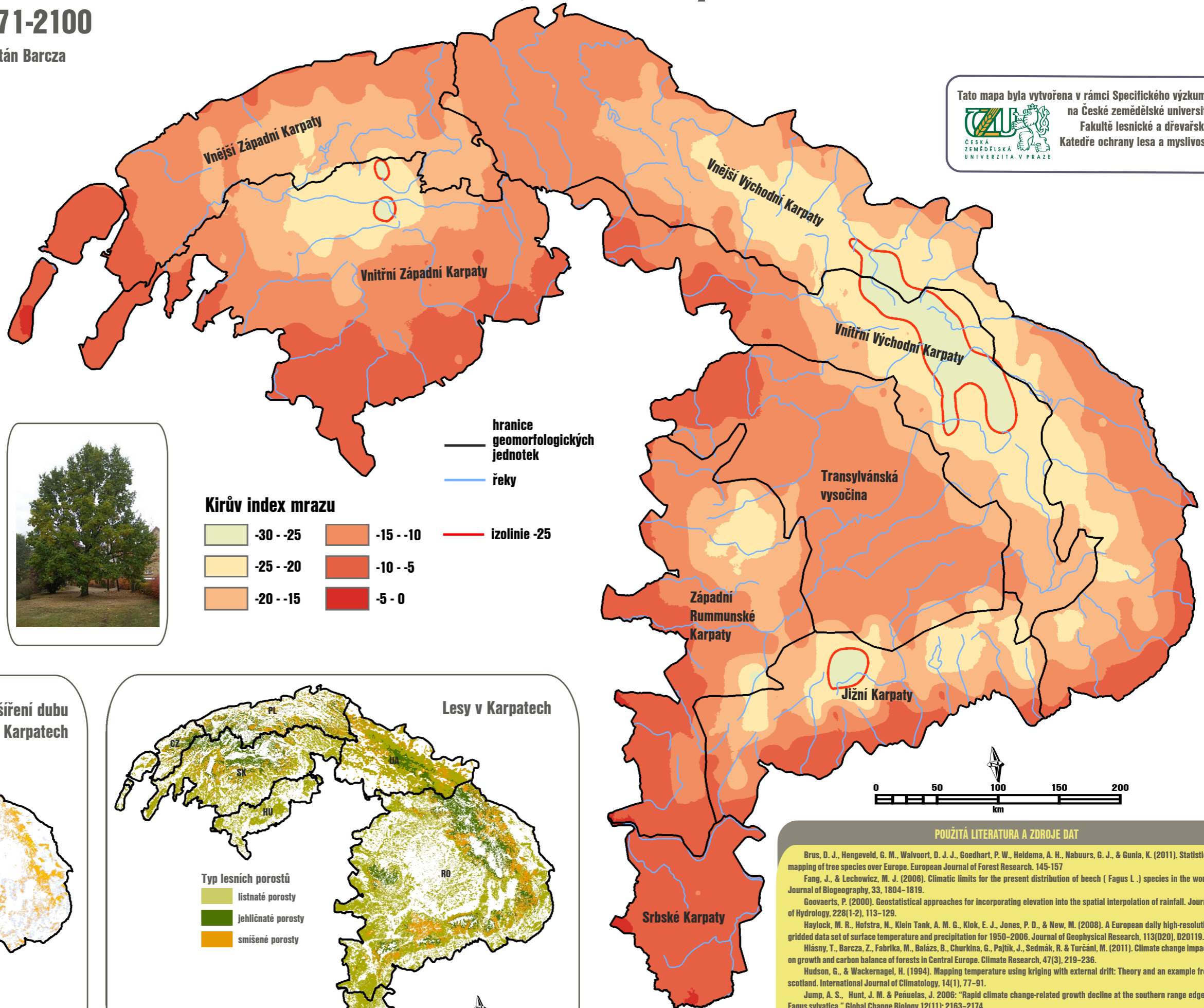
Kirův index mrazu se využívá pro vyhodnocení charakteru zimního klimatu, jelikož podle více prací jsou minimální zimní teploty jedním z faktorů ovlivňujícím distribuční limity vegetace. Minimální teploty jsou významné zejména pro formování horního distribučního limitu vegetace, a to ve smyslu nadmořské výšky i zeměpisné šířky. Kirův index mrazu kumulativně napočítává teploty pro měsíce, ve kterých je průměrná teplota vzduchu menší jako 5°C. Obdobnou charakteristikou je kupříkladu průměrná teplota nejméně chladného měsíce v roce.

### Použitá data

Data o rozšíření dřevin v Karpatech byla převzata z celoevropského statistického mapování dřevin na základě dat národních inventarizací lesa, prediktivního mapování a národních lesnických statistik (Brus a kol. 2011). Výsledkem jsou rastrové mapy s rozlišením 1x1 km, nesoucí informace o zastoupení dané dřeviny. Pro účely této práce byly mapy korigovány na základě dat Corine Landcover.

Klimatická data za období 1951-2007 byla převzata z databáze E-OBS (Haylok a kol. 2008). Data o budoucím klimatu (2007-2100) byla převzata z výsledků projektu ENSEMBLES (van der Linden and Mitchell, 2009). Pro potřeby vytvoření klimatických map Karpat byla použita interpolační technika krigování s externím driftem (Hudson and Wackernagel 1994, Goovaerts 2000), přičemž byla použita nadmořská výška jako podpůrná proměnná, korelovaná s většinou klimatických prvků. Klimatické mapy byly vytvořeny pro tři časová období - referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bloklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).

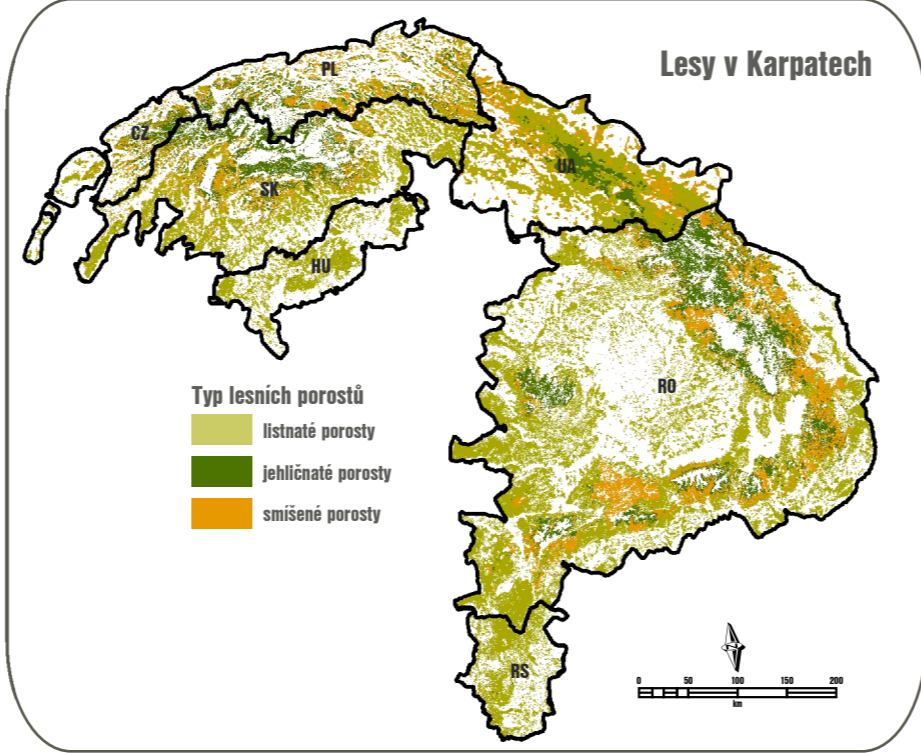
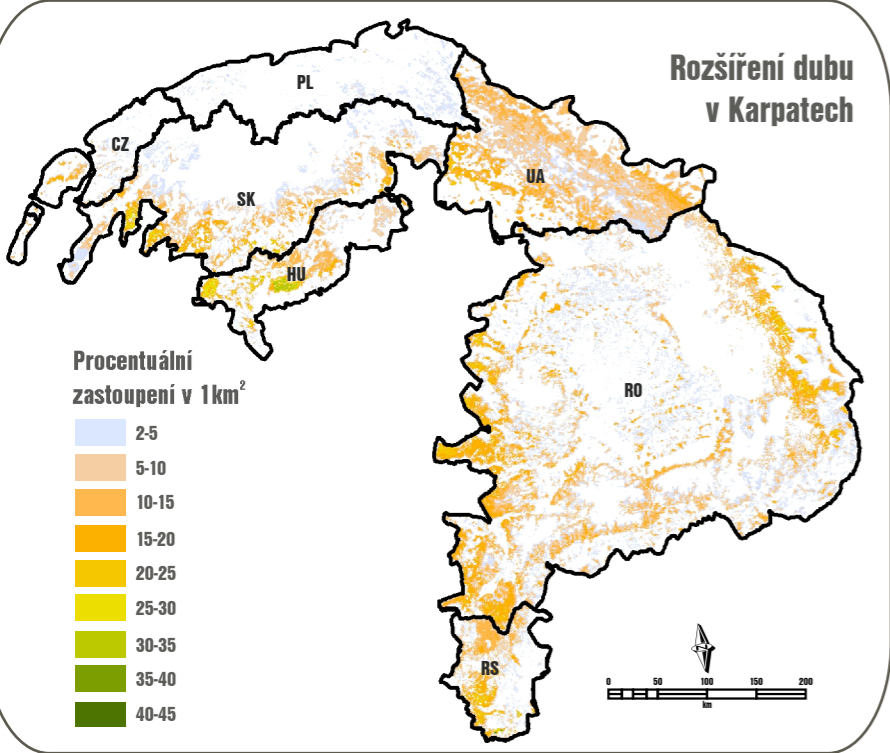


Tato mapa byla vytvořena v rámci Specifického výzkumu na České zemědělské univerzitě Fakultě lesnické a dřevařské, Katedře ochrany lesa a myslivosti



**Kirův index mrazu**

-30 - -25	-15 - -10	izolinie -25
-25 - -20	-10 - -5	
-20 - -15	-5 - 0	



**POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE DAT**

Brus, D. J., Hengeveld, G. M., Walvoort, D. J. J., Goedhart, P. W., Heidema, A. H., Nabuurs, G. J., & Gunia, K. (2011). Statistical mapping of tree species over Europe. *European Journal of Forest Research*, 145-157

Fang, J., & Lechowicz, M. J. (2006). Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *Journal of Biogeography*, 33, 1804-1819.

Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1-2), 113-129.

Haylock, M. R., Hofstra, N., Klein Tank, A. M. G., Klok, E. J., Jones, P. D., & New, M. (2008). A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *Journal of Geophysical Research*, 113(D20), D20119.

Hlásny, T., Barcza, Z., Fabrika, M., Balázs, B., Churkina, G., Pajtik, J., Sedmák, R. & Turčáni, M. (2011). Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research*, 47(3), 219-236.

Hudson, G., & Wackernagel, H. (1994). Mapping temperature using kriging with external drift: Theory and an example from Scotland. *International Journal of Climatolgy*, 14(1), 77-91.

Jump, A. S., Hunt, J. M. & Peñuelas, J. 2006. "Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*." *Global Change Biology* 12(11): 2163-2174.

van der Linden, P., Mitchell, J. F. B. 2009. ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160pp.

Mátyás, C., Berki, I., Czúcz, B., Gálos, B., Mórlicz, N., & Rasztoivits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.

# Klimatická exponovanost dubu (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) v Karpatech v období 2021-2050

## Změna Kirova indexu mrazu v období 2021-2050 oproti období 1961-1990

Tomáš Hlásny, Ivan Barka, Jiří Trombik, Laura Dobor, Zoltán Barcza

Tato mapa byla vytvořena v rámci Specifického výzkumu na České zemědělské univerzitě Fakultě lesnické a dřevařské, Katedře ochrany lesa a myslivosti



**Úvodní informace**

Karpaty představují největší horské pásmo v Evropě procházející Českou republikou, Rakouskem, Slovenskem, Polskem, Maďarskem, Ukrajinou, Rumunskem a Srbskem. Na přeshraniční hodnocení zranitelnosti ekosystémů v Karpatech v důsledku očekávané změny klimatu je v současnosti zaměřeno více evropských i národních iniciativ. Zranitelnost lesů v Karpatech souvisí jak s jejich managementem, který ve více oblastech vykazuje známky neudržitelnosti, tak i s očekávanou změnou klimatu, v důsledku které dochází k ohrožení porostů suchem i změnou distribuce a populační dynamikou některých skúdců.

Dub letní a dub zimní jsou dřeviny rozšířené po celých Karpatech, zejména v nižších nadmořských výškách. Jsou charakteristické relativně vysokou tolerancí vůči nedostatku vláhy a tepla. V minulosti byly duby značně poškozovány tracheomykózami, v současnosti patří k nejvýznamnějším škodlivým činitelům různí defoliátoři. Vliv změny klimatu na duby v Karpatech podle projekce budoucího vývoje nebude kritický, naopak duby mají potenciál expanze do vyšších nadmořských výšek, kde mohou nahradit suchem zranitelný buk.

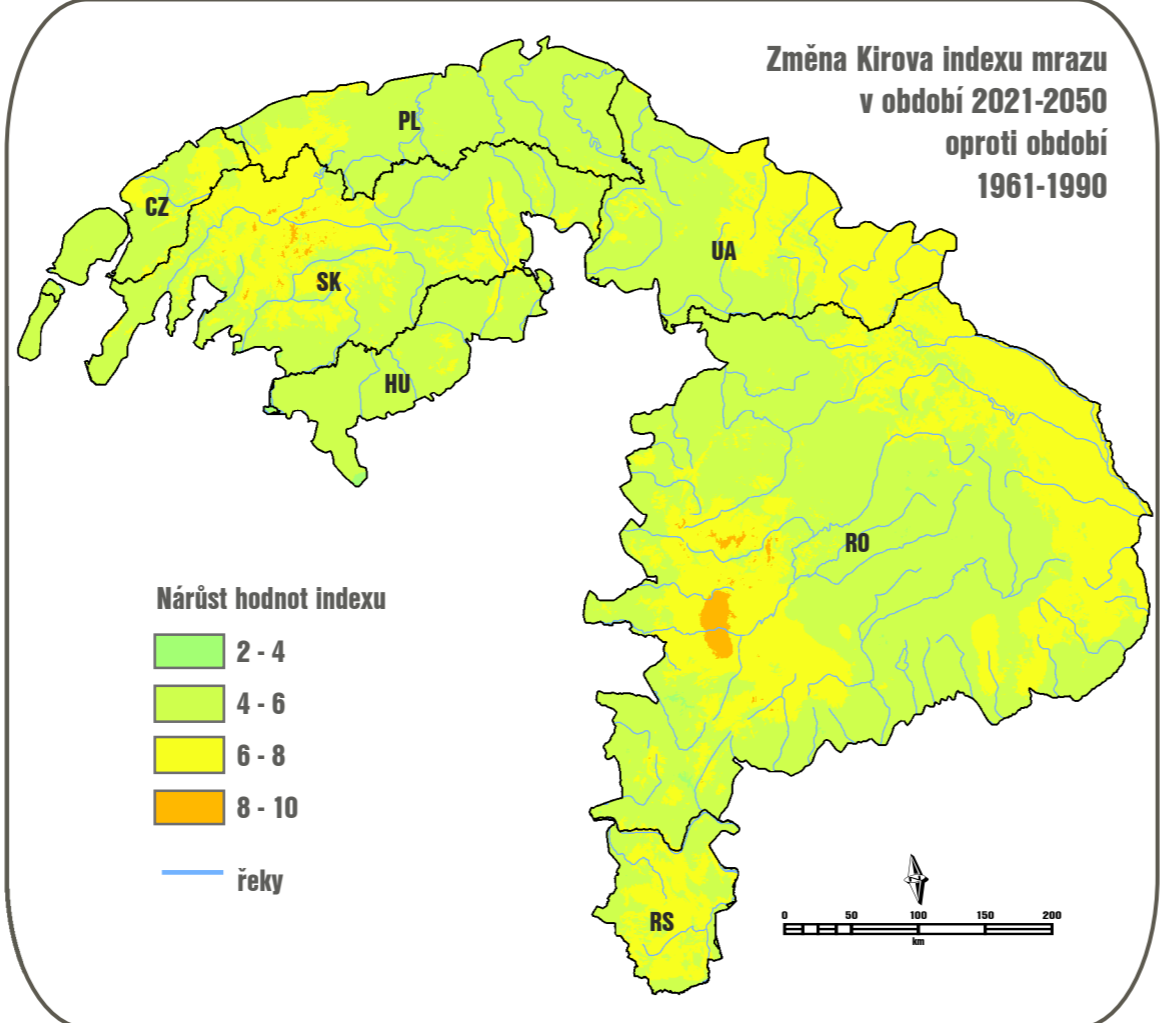
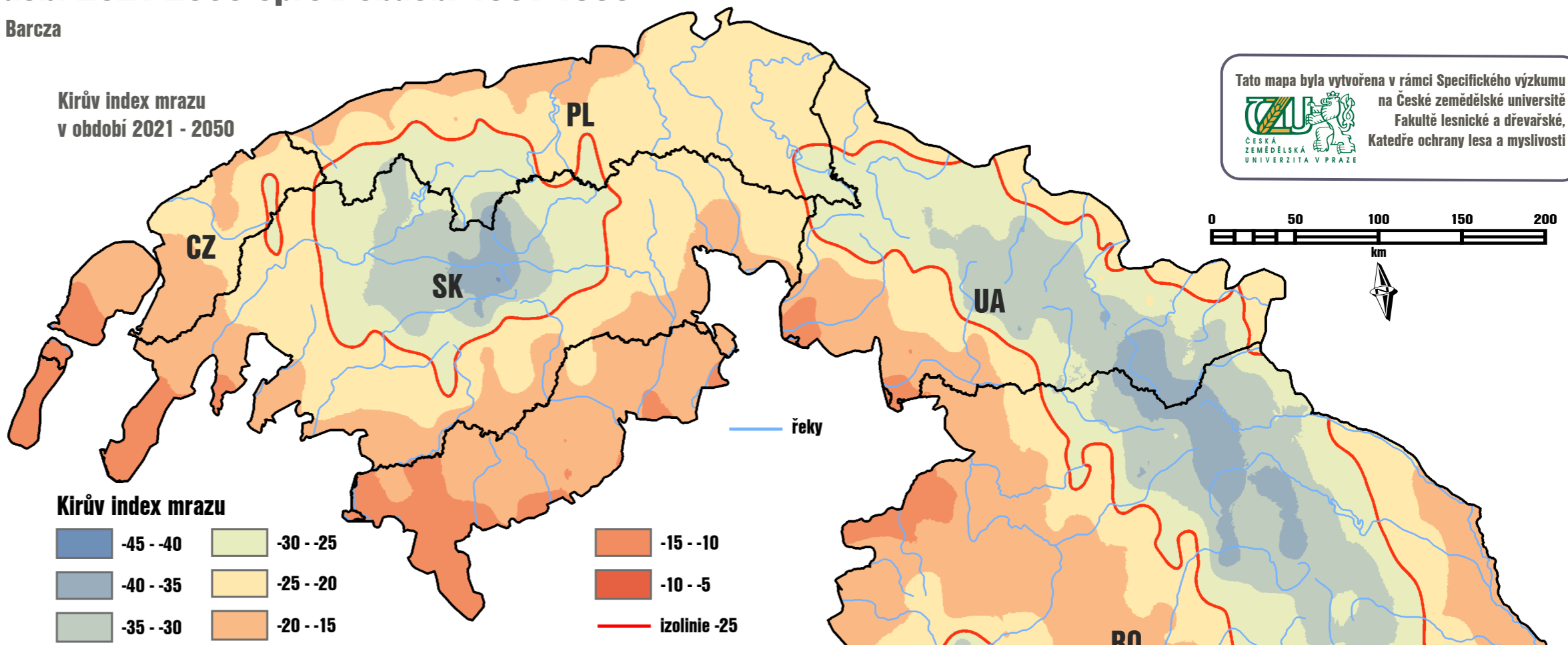
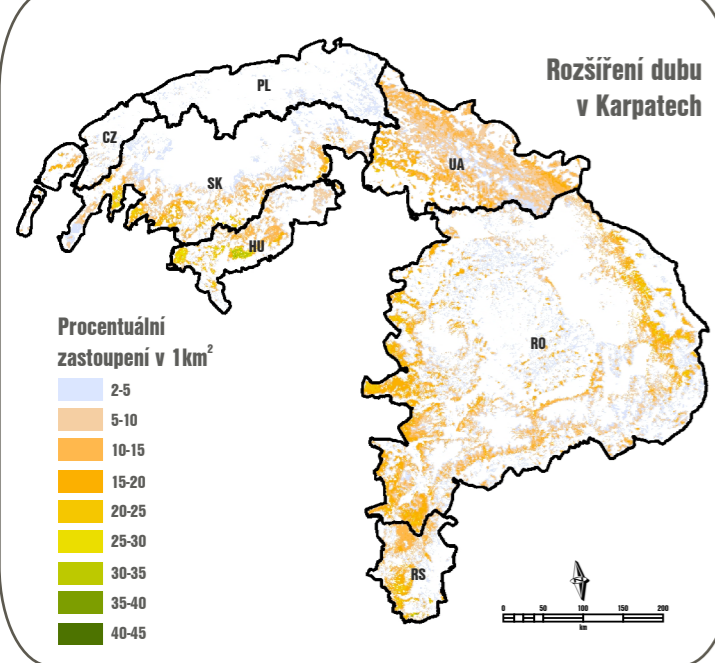
Kirův index mrazu se využívá pro vyhodnocení charakteru zimního klimatu, jelikož podle více prací jsou minimální zimní teploty jedním z faktorů ovlivňujícím distribuční limity vegetace. Minimální teploty jsou významné zejména pro formování horního distribučního limitu vegetace, a to ve smyslu nadmořské výšky i zeměpisné šířky. Kirův index mrazu kumulativně napočítává teploty pro měsíce, ve kterých je průměrná teplota vzduchu menší jako 5 °C. Obdobnou charakteristikou je kupříkladu průměrná teplota nejmehlejšího měsíce v roce.

**Použitá data**

Data o rozšíření dřevin v Karpatech byla převzata z celoevropského statistického mapování dřevin na základě dat národních inventarizací lesa, prediktivního mapování a národních lesnických statistik (Brus a kol. 2011). Výsledkem jsou rastrové mapy s rozlišením 1x1 km, nesoucí informace o zastoupení dané dřeviny. Pro účely této práce byly mapy korigovány na základě dat Corine Landcover.

Klimatická data za období 1951-2007 byla převzata z databáze E-OBS (Haylock a kol. 2008). Data o budoucím klimatu (2007-2100) byla převzata z výsledků projektu ENSEMBLES (van der Linden and Mitchell, 2009). Pro potřeby vytvoření klimatických map Karpat byla použita interpolační technika krigování s externím driftem (Hudson and Wackernagel 1994, Goovaerts 2000), přičemž byla použita nadmořská výška jako podpůrná proměnná korelována s většinou klimatických prvků. Klimatické mapy byly vytvořeny pro tři časové období - referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bioklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).



**POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE DAT**

Brus, D. J., Hengeveld, G. M., Walvoort, D. J. J., Goedhart, P. W., Heidema, A. H., Nabuurs, G. J., & Gunia, K. (2011). Statistical mapping of tree species over Europe. *European Journal of Forest Research*, 145-157

Fang, J., & Lechowicz, M. J. (2006). Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *Journal of Biogeography*, 33, 1804-1819.

Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1-2), 113-129.

Haylock, M. R., Hofstra, N., Klein Tank, A. M. G., Klok, E. J., Jones, P. D., & New, M. (2008). A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *Journal of Geophysical Research*, 113(D20), D20119.

Hlásny, T., Barcza, Z., Fabrika, M., Balázs, B., Churkina, G., Pajtik, J., Sedmák, R. & Turčáni, M. (2011). Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research*, 47(3), 219-236.

Hudson, G., & Wackernagel, H. (1994). Mapping temperature using kriging with external drift: Theory and an example from Scotland. *International Journal of Climatology*, 14(1), 77-91.

Jump, A. S., Hunt, J. M. & Peñuelas, J. 2006. "Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*." *Global Change Biology* 12(11): 2163-2174.

van der Linden, P., Mitchell, J. F. B., 2009. ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160pp.

Mátyás, C., Berki, I., Czúcz, B., Gálos, B., Mórincz, N., & Rasztovits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.

# Klimatická exponovanost dubu (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) v Karpatech v období 2071-2100

## Změna Kirova indexu mrazu v období 2071-2100 oproti období 1961-1990

Tomáš Hlásny, Ivan Barka, Jiří Trombik, Laura Dobor, Zoltán Barcza

Tato mapa byla vytvořena v rámci Specifického výzkumu na České zemědělské univerzitě Fakultě lesnické a dřevařské, Katedře ochrany lesa a myslivosti



**Úvodní informace**

Karpaty představují největší horské pásmo v Evropě procházející Českou republikou, Rakouskem, Slovenskem, Polskem, Maďarskem, Ukrajinou, Rumunskem a Srbskem. Na přeshraniční hodnocení zranitelnosti ekosystémů v Karpatech v důsledku očekávané změny klimatu je v současnosti zaměřeno více evropských i národních iniciativ. Zranitelnost lesů v Karpatech souvisí jak s jejich managementem, který ve více oblastech vykazuje známky neudržitelnosti, tak i s očekávanou změnou klimatu, v důsledku které dochází k ohrožení porostů suchem i změnou distribuce i populační dynamikou některých skúdců.

Dub letní a dub zimní jsou dřeviny rozšířené po celých Karpatech, zejména v nižších nadmořských výškách. Jsou charakteristické relativně vysokou tolerancí vůči nedostatku vláhy a tepla. V minulosti byly duby značně poškozovány tracheomykózami, v současnosti patří k nejvýznamnějším škodlivým činitelům různé defoliatoři. Vliv změny klimatu na duby v Karpatech podle projekce budoucího vývoje nebude kritický, naopak duby mají potenciál expanze do vyšších nadmořských výšek, kde mohou nahradit suchem zranitelný buk.

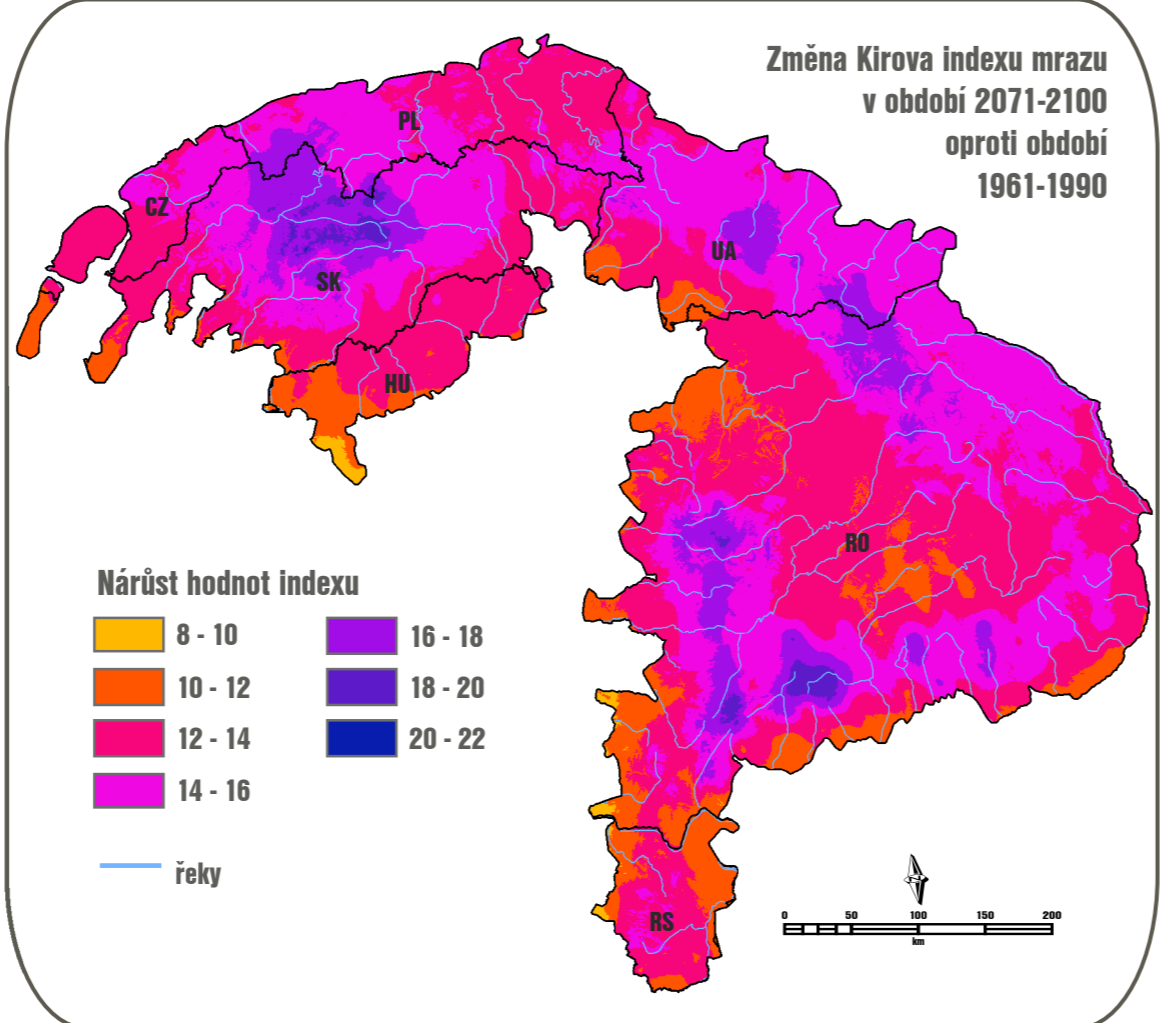
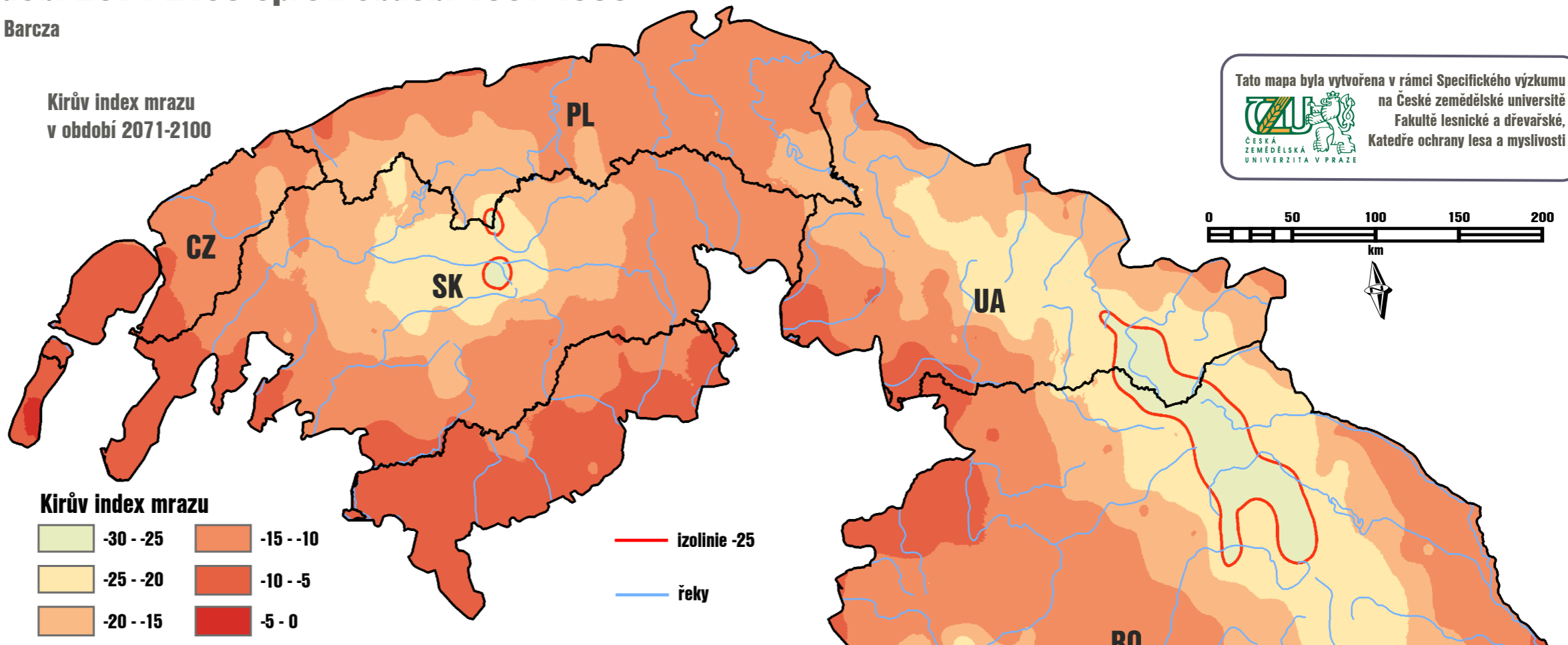
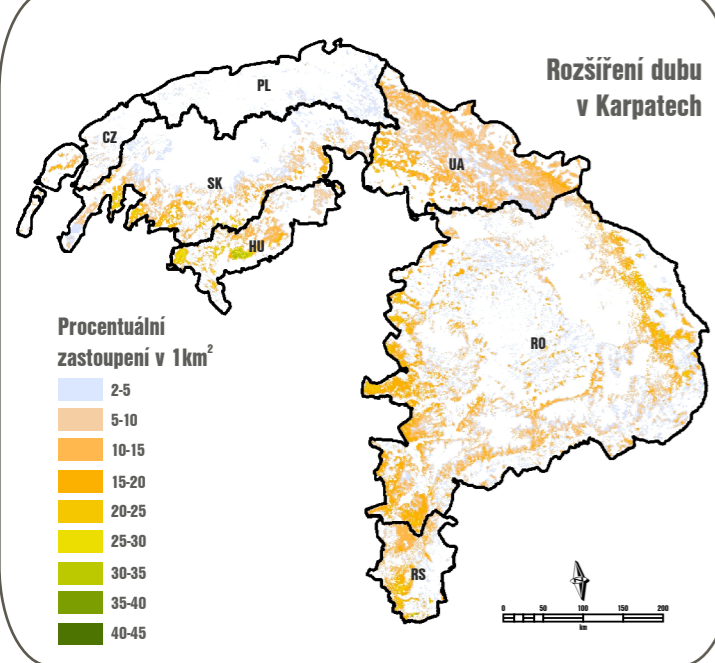
Kirův index mrazu se využívá pro vyhodnocení charakteru zimního klimatu, jelikož podle více prací jsou minimální zimní teploty jedním z faktorů ovlivňujícím distribuční limity vegetace. Minimální teploty jsou významné zejména pro formování horního distribučního limitu vegetace, a to ve směru nadmořské výšky i zeměpisné šířky. Kirův index mrazu kumulativně napočítává teploty pro měsíce, ve kterých je průměrná teplota vzduchu menší jako 5 °C. Obdobnou charakteristikou je kupříkladu průměrná teplota nejlhadelnějšího měsíce v roce.

**Použitá data**

Data o rozšíření dřevin v Karpatech byla převzata z celoevropského statistického mapování dřevin na základě dat národních inventarizací lesa, prediktivního mapování a národních lesnických statistik (Brus a kol. 2011). Výsledkem jsou rastrové mapy s rozlišením 1x1 km, nesoucí informace o zastoupení dané dřeviny. Pro účely této práce byly mapy korigovány na základě dat Corine Landcover.

Klimatická data za období 1951-2007 byla převzata z databáze E-OBS (Haylok a kol. 2008). Data o budoucím klimatu (2007-2100) byla převzata z výsledků projektu ENSEMBLES (van der Linden and Mitchell, 2009). Pro potřeby vytvoření klimatických map Karpat byla použita interpolací technika krigování s externím driftem (Hudson and Wackernagel 1994, Goovaerts 2000), přičemž byla použita nadmořská výška jako podpůrná proměnná korelována s většinou klimatických prvků. Klimatické mapy byly vytvořeny pro tři časové období - referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bioklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).



**POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE DAT**

Brus, D. J., Hengeveld, G. M., Walvoort, D. J. J., Goedhart, P. W., Heidema, A. H., Nabuurs, G. J., & Gunia, K. (2011). Statistical mapping of tree species over Europe. *European Journal of Forest Research*, 145-157

Fang, J., & Lechowicz, M. J. (2006). Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *Journal of Biogeography*, 33, 1804-1819.

Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1-2), 113-129.

Haylock, M. R., Hofstra, N., Klein Tank, A. M. G., Klok, E. J., Jones, P. D., & New, M. (2008). A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *Journal of Geophysical Research*, 113(D20), D20119.

Hlásny, T., Barcza, Z., Fabrika, M., Balázs, B., Churkina, G., Pajtik, J., Sedmák, R. & Turčáni, M. (2011). Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research*, 47(3), 219-236.

Hudson, G., & Wackernagel, H. (1994). Mapping temperature using kriging with external drift: Theory and an example from Scotland. *International Journal of Climatology*, 14(1), 77-91.

Jump, A. S., Hunt, J. M. & Peñuelas, J. 2006. "Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*." *Global Change Biology* 12(11): 2163-2174.

van der Linden, P., Mitchell, J. F. B., 2009. ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160pp.

Mátyás, C., Berki, I., Czúcz, B., Gálos, B., Mórincz, N., & Rasztovits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.