

# Dopady změny klimatu na porosty habru (*Carpinus betulus*) v Karpatech

## Gorczynského index kontinentality v období 1961-1990

Tomáš Hlásny, Jiří Trombik, Ivan Barka, 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 distribuci a populační dynamikou některých škůdců.

Habr (*Carpinus betulus*) je stinomilná dřevina rozšířená v celých Karpatech. Upřednostňuje teplejší klima a vyskytuje se převážně v nadmořských výškách do 600 m n. m. Je považován za dřevinu snázející kontinentální klima lépe než buk. Toleruje průměrné zimní teploty až do -8°C, v letním období však bývá také poškozován suchem. Klimatická amplituda je podobná buku a Ellenbergův klimatický koeficient se jeví jako proměnná vhodně určující distribuční limit habru. Z hlediska změny klimatu je habr možno považovat za dřevinu perspektivní, zejména z hlediska vyšší tolerance vůči suchu a nízké zranitelnosti biotickými činiteli.

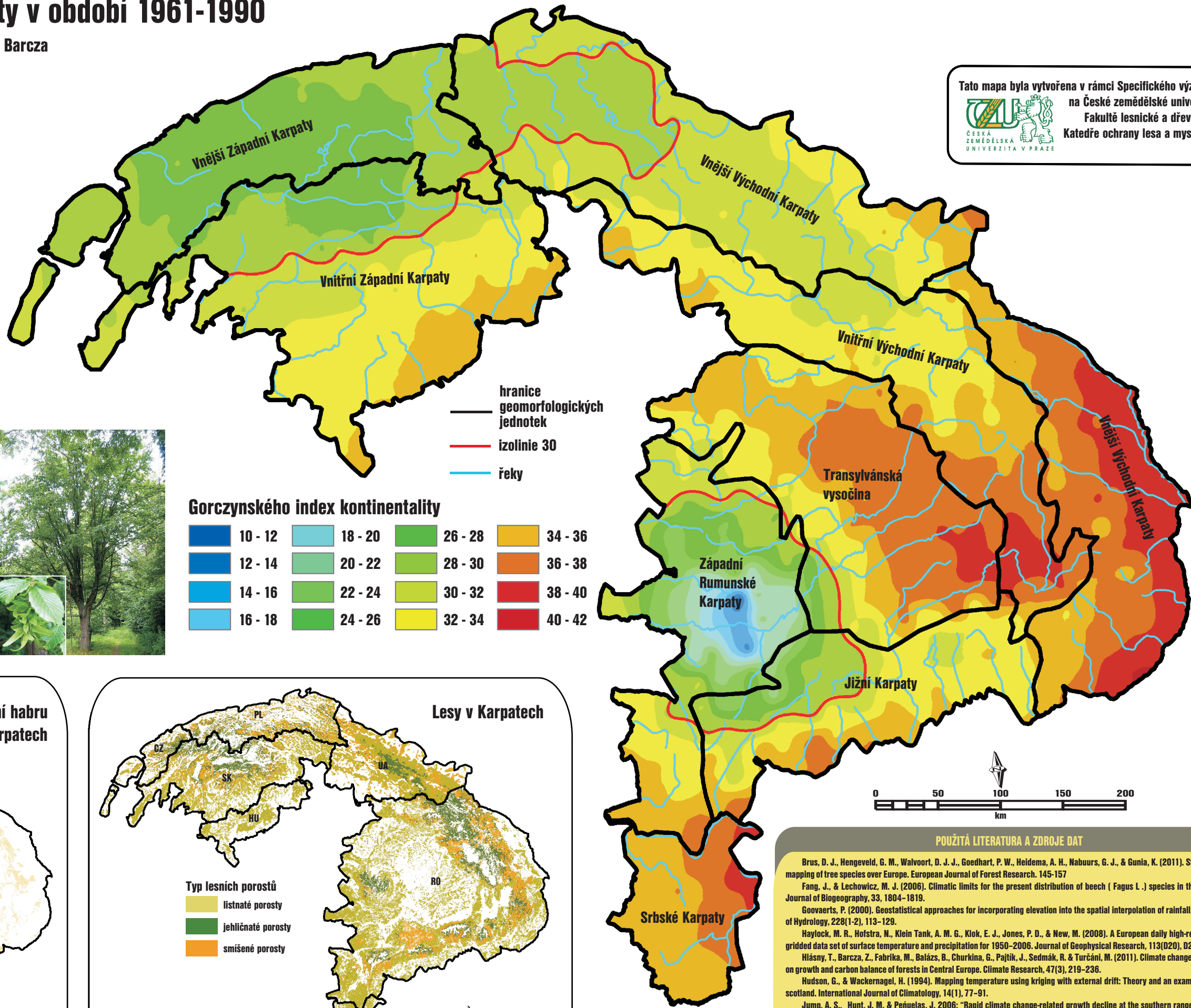
Kontinentalita klimatu je jedním z faktorů ovlivňujících distribuci dřevin. V souvislosti se změnou kontinentality se mění srážkové i teplotní poměry. S narůstáním vzdálenosti od oceánu klesá vzdušná vlhkost a narůstá teplotní amplituda. Kontinentální klima je tedy sušší a variabilnější. Pomocí ukazatelů kontinentality je možné určit východní hranici rozšíření víceevropských dřevin. Gorczynského index kontinentality je jednou z charakteristik. Index zohledňuje roční teplotní amplitudu a mění se v závislosti na zeměpisné délce. V podmínkách změny klimatu dochází k nárůstu hodnot indexu, dopady tohoto vývoje

### Použité 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 časová období - referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

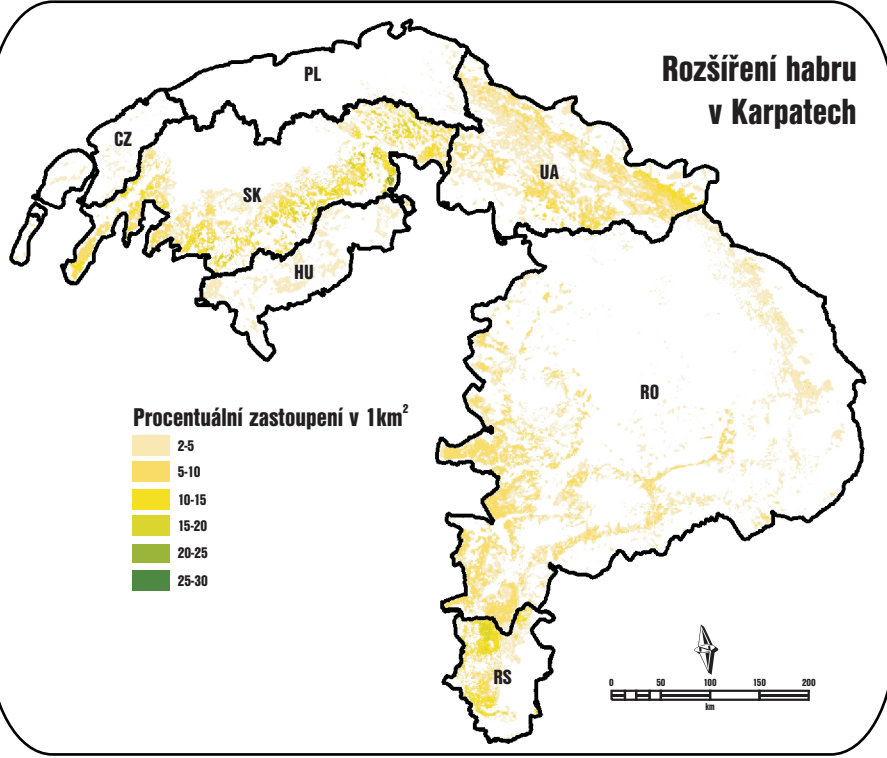
Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bioklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).



— hranice geomorfologických jednotek  
— izolinie 30  
— řeky

### Gorczynského index kontinentality

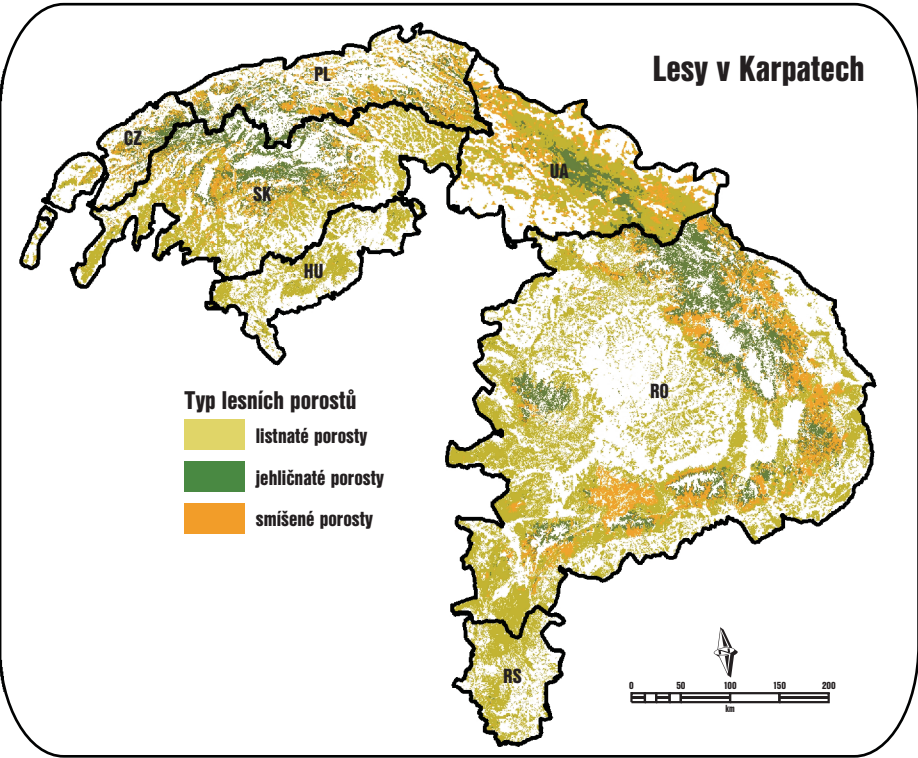
|         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| 10 - 12 | 18 - 20 | 26 - 28 | 34 - 36 |
| 12 - 14 | 20 - 22 | 28 - 30 | 36 - 38 |
| 14 - 16 | 22 - 24 | 30 - 32 | 38 - 40 |
| 16 - 18 | 24 - 26 | 32 - 34 | 40 - 42 |



### Rozšíření habru v Karpatech

Procentuální zastoupení v 1km<sup>2</sup>

|       |
|-------|
| 2-5   |
| 5-10  |
| 10-15 |
| 15-20 |
| 20-25 |
| 25-30 |

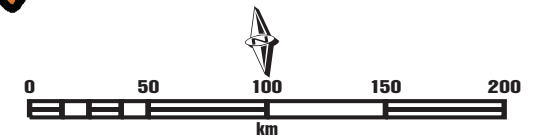


### Lesy v Karpatech

Typ lesních porostů

|                    |
|--------------------|
| listnaté porosty   |
| jehličnaté porosty |
| smíšené porosty    |

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



### 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., Pajtk, 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., Móríc, N., & Raszlovits, 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 habru (*Carpinus betulus*) v Karpatech

## Gorczynského index kontinentality v období 2021-2050

Tomáš Hlásny, Jiří Trombik, Ivan Barka, 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 distribuci a populační dynamikou některých škůdců.

Habr (*Carpinus betulus*) je stinomilná dřevina rozšířená v celých Karpatech. Upřednostňuje teplejší klima a vyskytuje se převážně v nadmořských výškách do 600 m n. m. Je považován za dřevinu snázející kontinentální klima lépe než buk. Toleruje průměrné zimní teploty až do -8°C, v letním období však bývá také poškozován suchem. Klimatická amplituda je podobná buku a Ellenbergův klimatický koeficient se jeví jako proměnná vhodně určující distribuční limit habru. Z hlediska změny klimatu je habr možno považovat za dřevinu perspektivní, zejména z hlediska vyšší tolerance vůči suchu a nízké zranitelnosti biotickými činiteli.

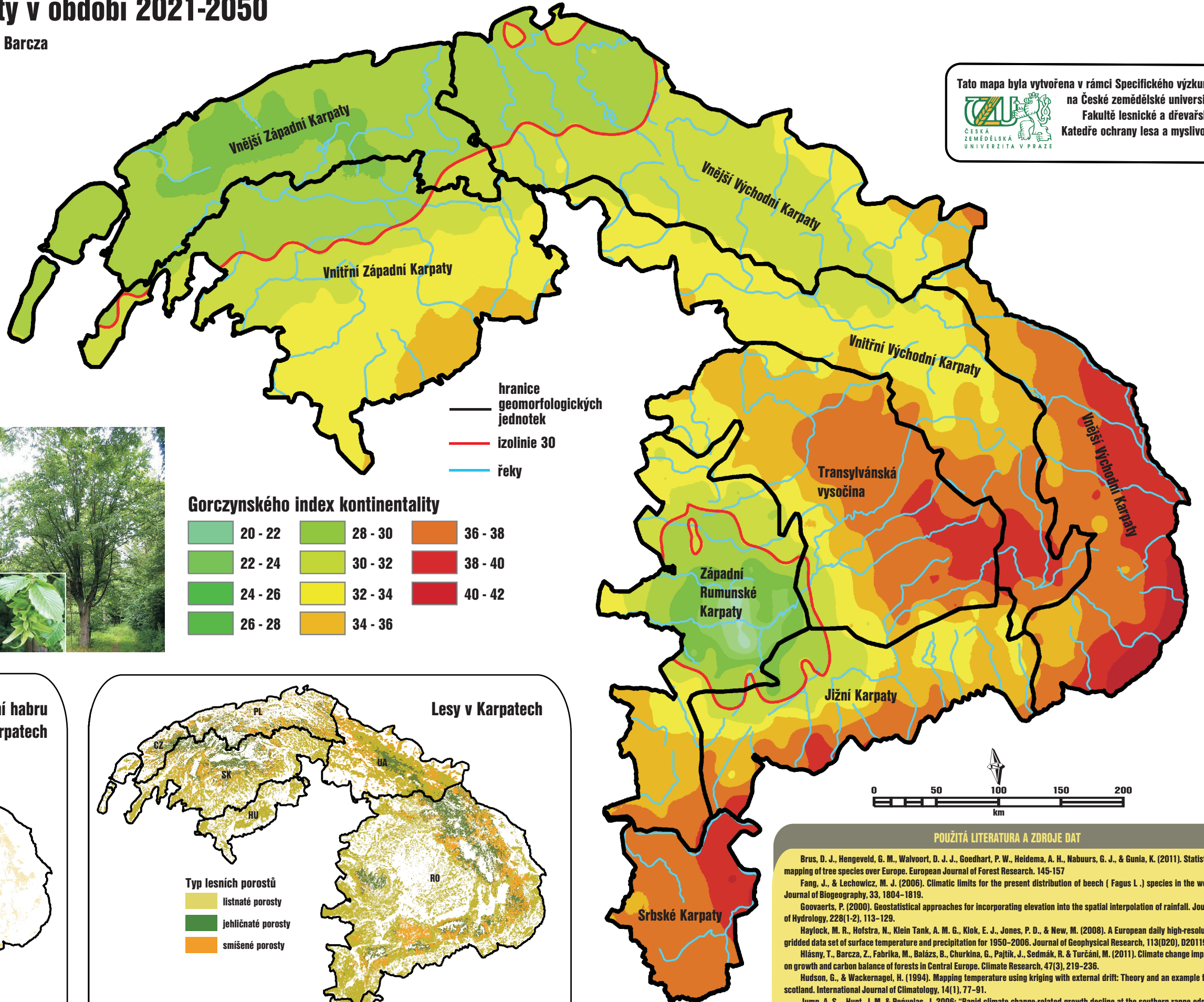
Kontinentalita klimatu je jedním z faktorů ovlivňujících distribuci dřevin. V souvislosti se změnou kontinentality se mění srážkové i teplotní poměry. S narůstáním vzdálenosti od oceánu klesá vzdušná vlhkost a narůstá teplotní amplituda. Kontinentální klima je tedy sušší a variabilnější. Pomocí ukazatelů kontinentality je možné určit východní hranici rozšíření víceevropských dřevin. Gorczynského index kontinentality je jednou z charakteristik. Index zohledňuje roční teplotní amplitudu a mění se v závislosti na zeměpisné délce. V podmínkách změny klimatu dochází k nárůstu hodnot indexu, dopady tohoto vývoje

### Použité 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 (Bruz 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 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 bioklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).

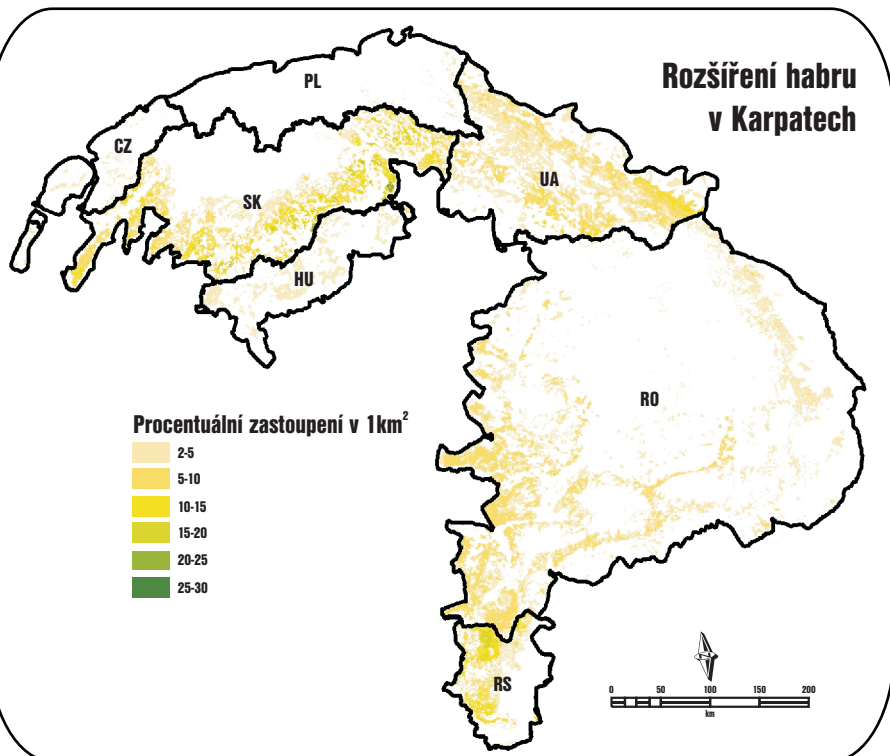


Tato mapa byla vytvořena v rámci Specifického výzkumu na České zemědělské univerzitě, Fakultě lesnické a dřevařské, Katedře ochrany lesa a myslivosti



### Gorczynského index kontinentality

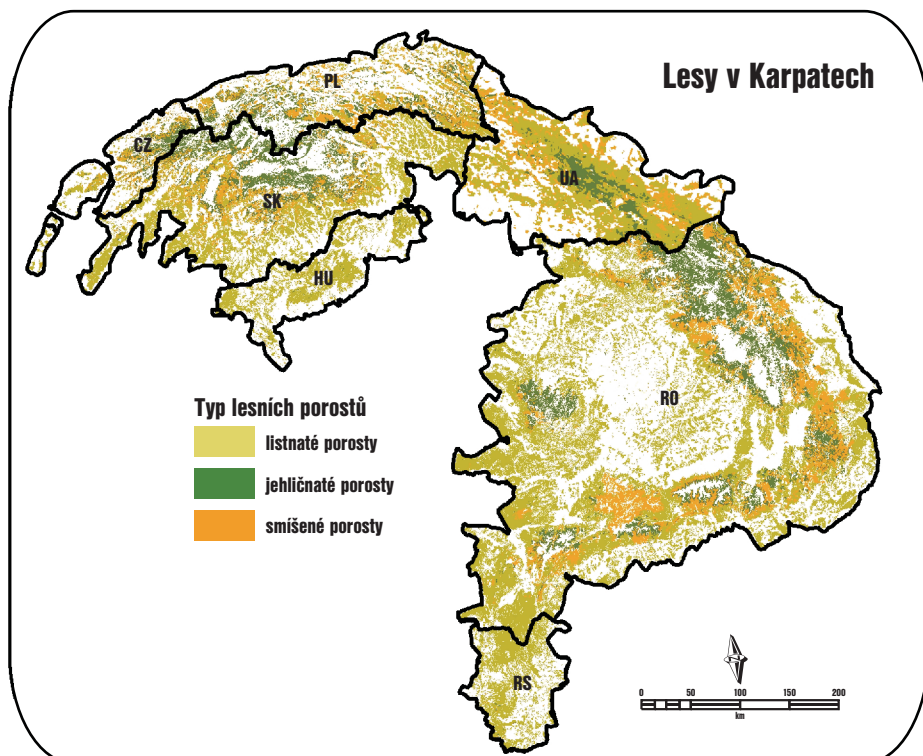
|         |         |         |
|---------|---------|---------|
| 20 - 22 | 28 - 30 | 36 - 38 |
| 22 - 24 | 30 - 32 | 38 - 40 |
| 24 - 26 | 32 - 34 | 40 - 42 |
| 26 - 28 | 34 - 36 |         |



### Rozšíření habru v Karpatech

Procentuální zastoupení v 1km<sup>2</sup>

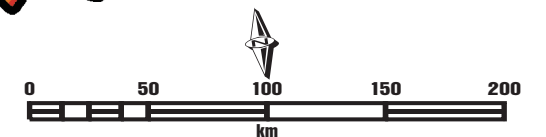
|       |
|-------|
| 2-5   |
| 5-10  |
| 10-15 |
| 15-20 |
| 20-25 |
| 25-30 |



### Lesy v Karpatech

Typ lesních porostů

|                    |
|--------------------|
| listnaté porosty   |
| jehličnaté porosty |
| smíšené porosty    |



### 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., Möricz, N., & Raszlovits, 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 habru (*Carpinus betulus*) v Karpatech

## Gorczyňského index kontinentality v období 2071-2100

Tomáš Hlásny, Jiří Trombik, Ivan Barka, 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 distribuci a populační dynamikou některých škůdců.

Habr (*Carpinus betulus*) je stinomilná dřevina rozšířená v celých Karpatech. Upřednostňuje teplejší klima a vyskytuje se převážně v nadmořských výškách do 600 m n. m. Je považován za dřevinu snázející kontinentální klima lépe než buk. Toleruje průměrné zimní teploty až do -8°C, v letním období však bývá také poškozován suchem. Klimatická amplituda je podobná buku a Ellenbergův klimatický koeficient se jeví jako proměnná vhodně určující distribuční limit habru. Z hlediska změny klimatu je habr možno považovat za dřevinu perspektivní, zejména z hlediska vyšší tolerance vůči suchu a nízké zranitelnosti biotickými činiteli.

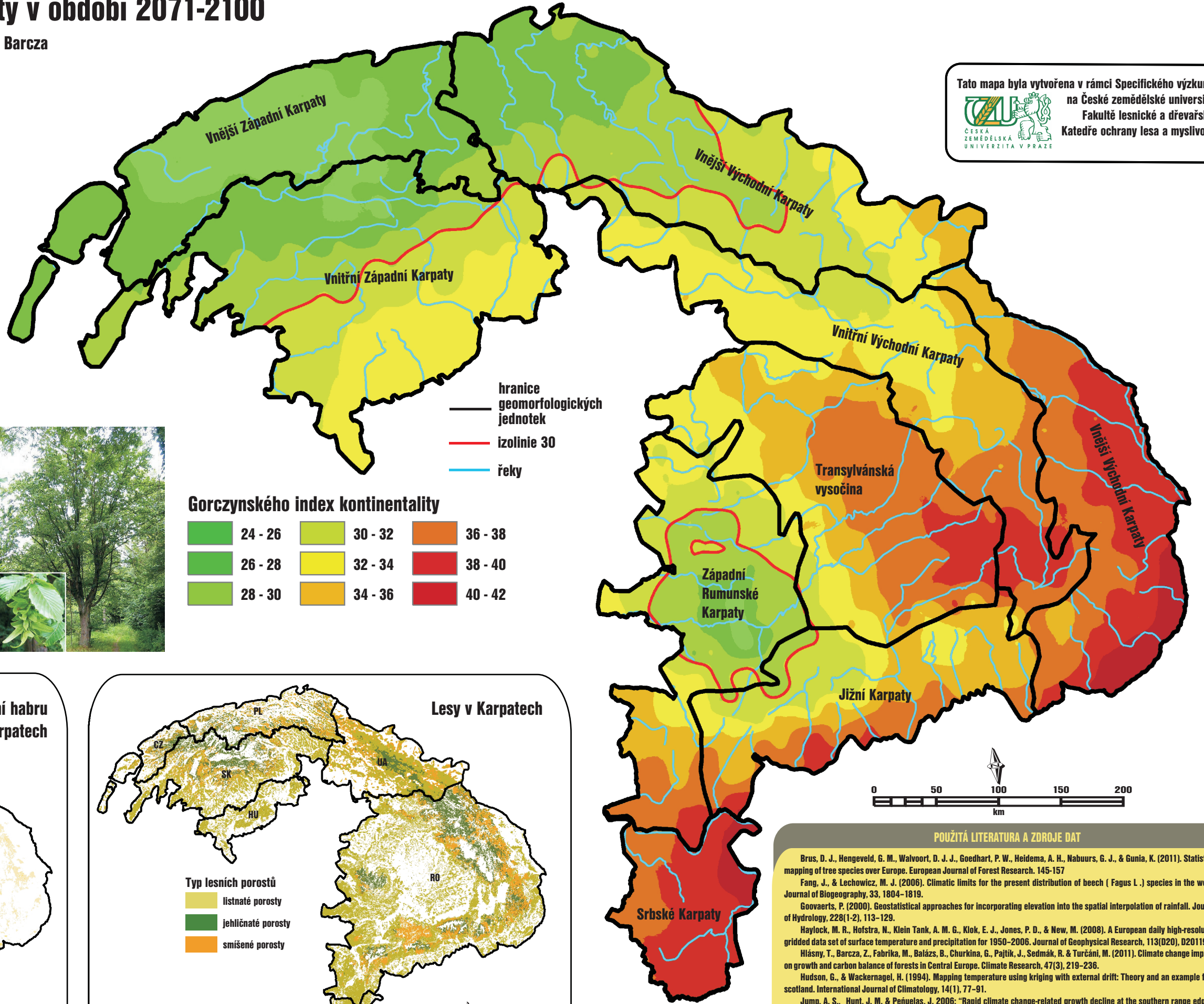
Kontinentalita klimatu je jedním z faktorů ovlivňujících distribuci dřevin. V souvislosti se změnou kontinentality se mění srážkové i teplotní poměry. S narůstáním vzdálenosti od oceánu klesá vzdušná vlhkost a narůstá teplotní amplituda. Kontinentální klima je tedy sušší a variabilnější. Pomocí ukazatelů kontinentality je možné určit východní hranici rozšíření víceevropských dřevin. Gorczyňského index kontinentality je jednou z charakteristik. Index zohledňuje roční teplotní amplitudu a mění se v závislosti na zeměpisné délce. V podmínkách změny klimatu dochází k nárůstu hodnot indexu, dopady tohoto vývoje

### Použité 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 časová období - referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

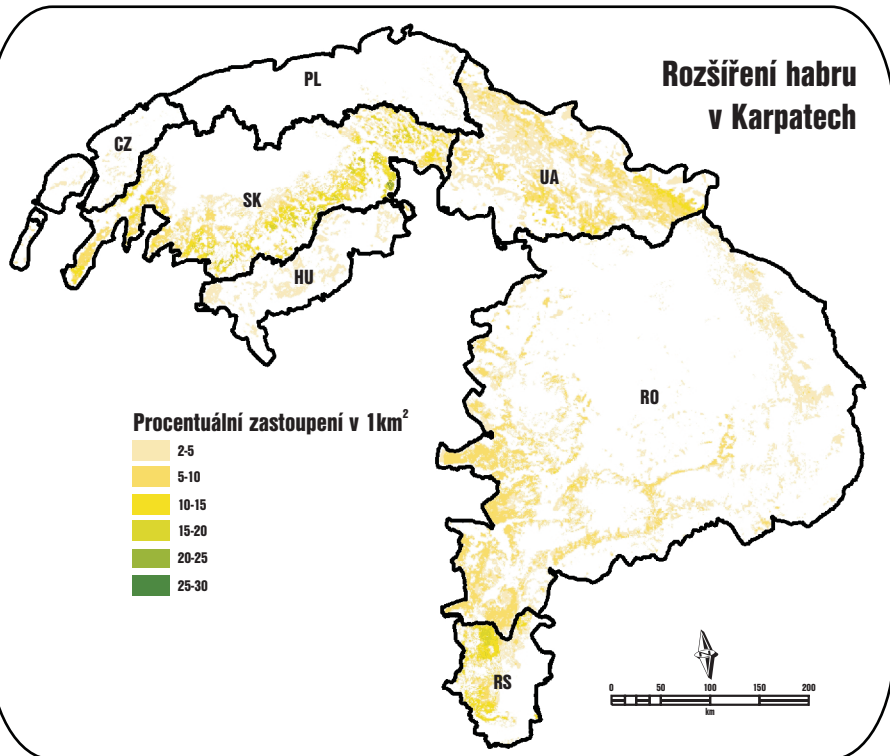
Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bioklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).



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

### Gorczyňského index kontinentality

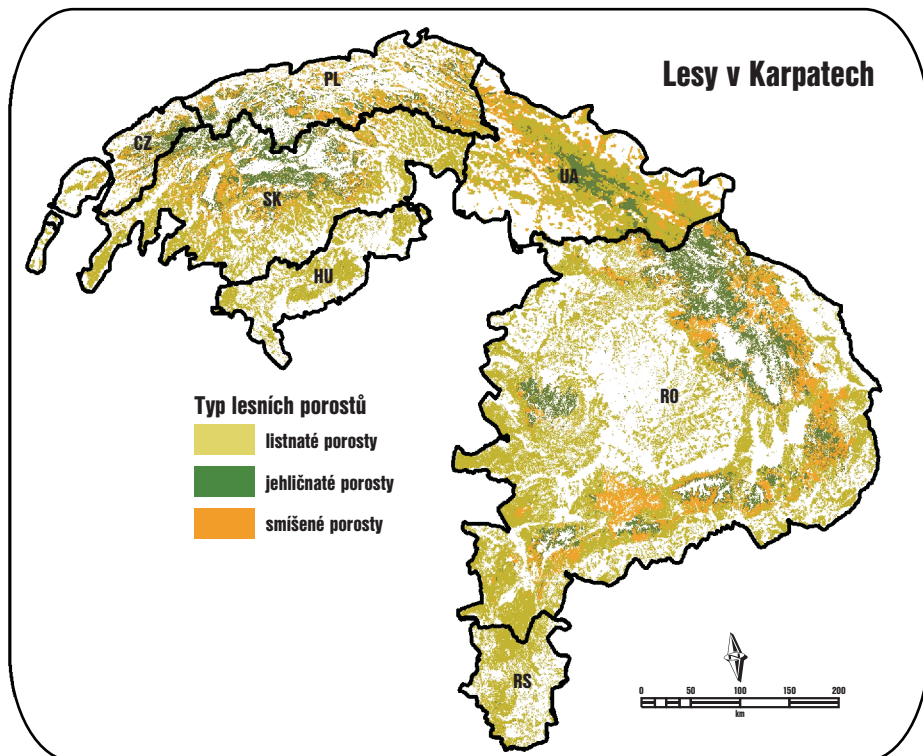
|         |         |         |
|---------|---------|---------|
| 24 - 26 | 30 - 32 | 36 - 38 |
| 26 - 28 | 32 - 34 | 38 - 40 |
| 28 - 30 | 34 - 36 | 40 - 42 |



### Rozšíření habru v Karpatech

Procentuální zastoupení v 1km<sup>2</sup>

|       |
|-------|
| 2-5   |
| 5-10  |
| 10-15 |
| 15-20 |
| 20-25 |
| 25-30 |



### Lesy v Karpatech

Typ lesních porostů

|                    |
|--------------------|
| listnaté porosty   |
| jehličnaté porosty |
| smíšené porosty    |

### 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., Móríc, N., & Raszlovits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.



# Klimatická exponovanost habru (*Carpinus betulus*) v Karpatech v období 2021-2050

## Změna Gorczyňského indexu kontinentality v období 2021-2050 oproti období 1961-1990

Tomáš Hlásny, Jiří Trombik, Ivan Barka, 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 distribucí a populační dynamikou některých škůdců.

Habr (*Carpinus betulus*) je stínomilná dřevina rozšířená v celých Karpatech. Upřednostňuje teplejší klima a vyskytuje se převážně v nadmořských výškách do 600 m n. m. Je považován za dřevinu snášející kontinentální klima lépe než buk. Toleruje průměrné zimní teploty až do -8°C, v letním období však bývá také poškozován suchem. Klimatická amplituda je podobná buku a Ellenbergův klimatický koeficient se jeví jako proměnná vhodně určující distribuční limit habru. Z hlediska změny klimatu je habr možno považovat za dřevinu perspektivní, zejména z hlediska vyšší tolerance vůči suchu a nízké zranitelnosti biotickými činiteli.

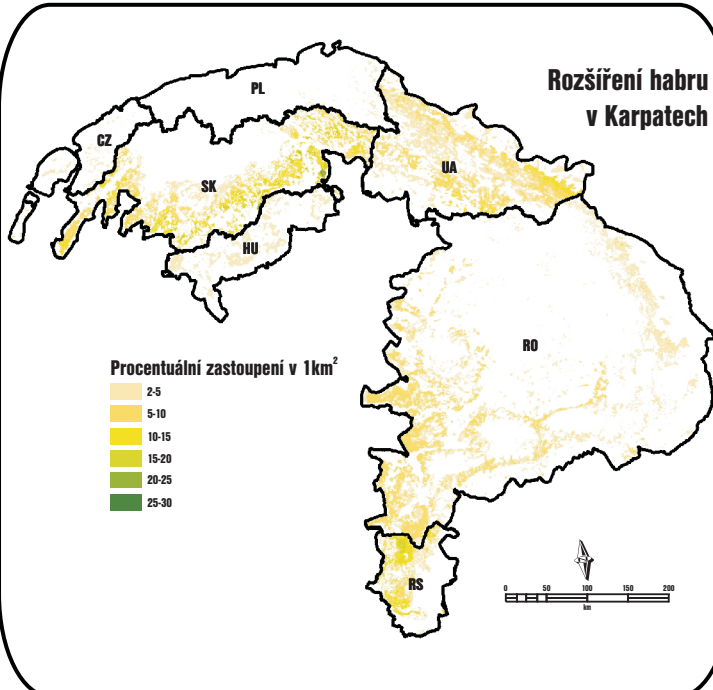
Kontinentalita klimatu je jedním z faktorů ovlivňujících distribuci dřevin. V souvislosti se změnou kontinentality se mění srážkové i teplotní poměry. S narůstáním vzdálenosti od oceánu klesá vzdušná vlhkost a narůstá teplotní amplituda. Kontinentální klima je tedy suchší a variabilnější. Pomocí ukazatelů kontinentality je možné určit východní hranici rozšíření vicerých evropských dřevin. Gorczyňského index kontinentality je jednou z charakteristik. Index zohledňuje roční teplotní amplitudu a mění se v závislosti na zeměpisné délce. V podmínkách změny klimatu dochází k nárůstu hodnot indexu, dopady tohoto vývoje na distribuci a přežití dřevin zatím nejsou zdokumentované.

### Použitá data

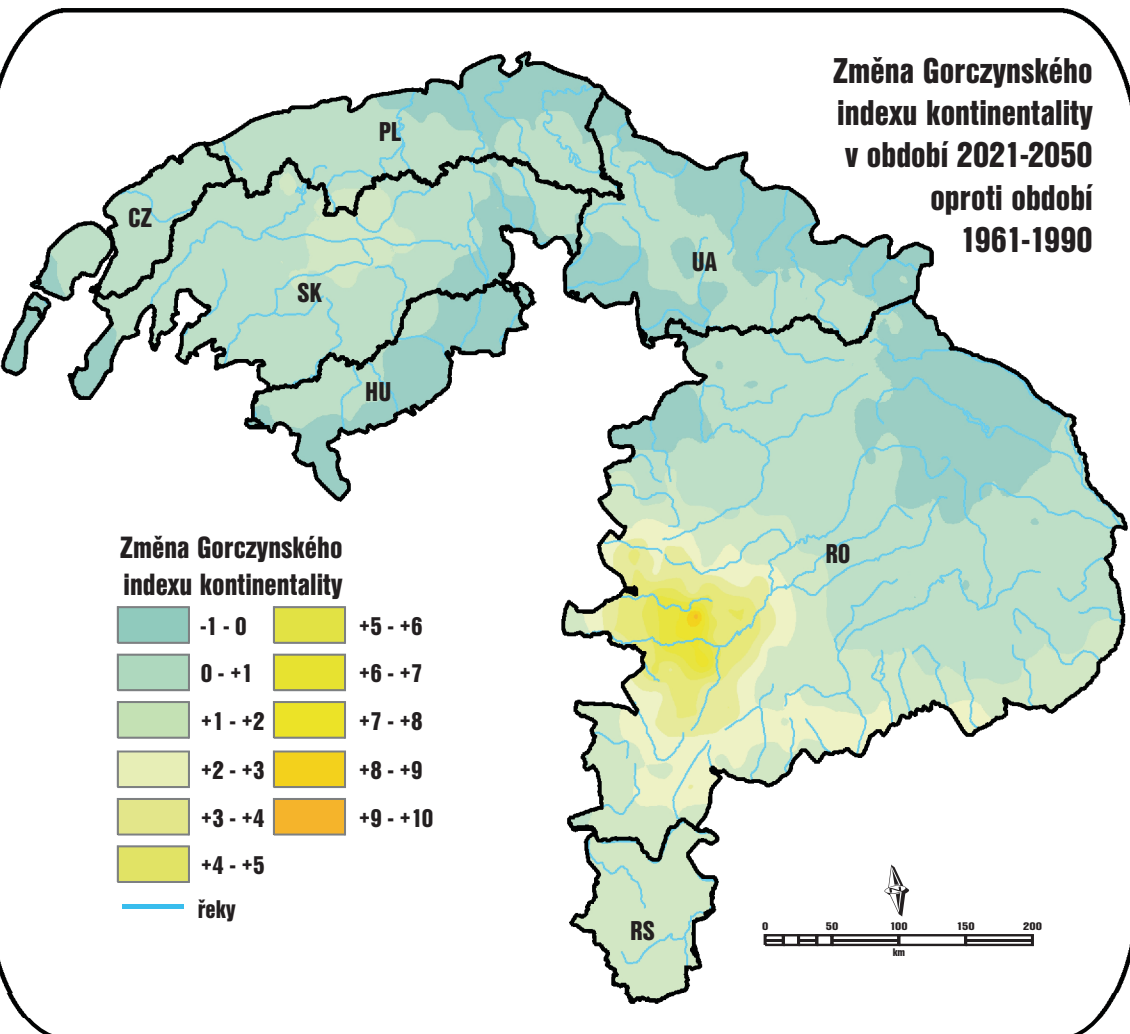
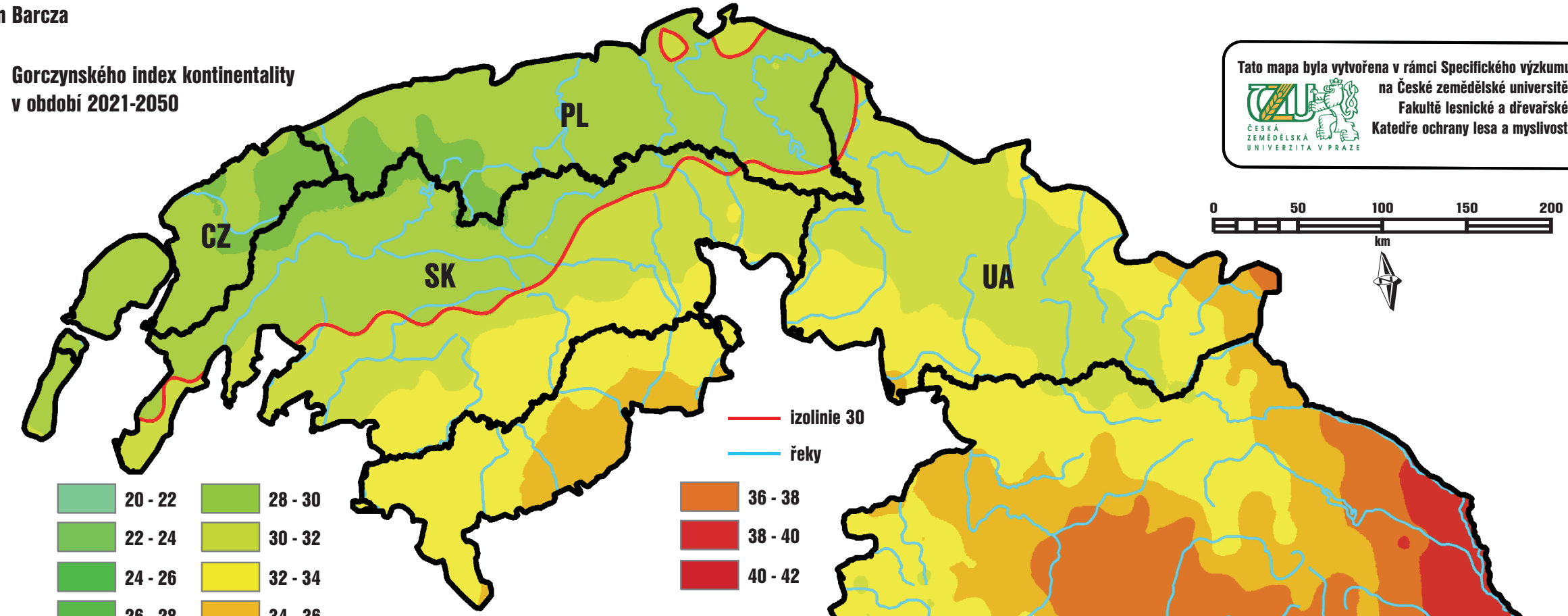
Data o rozšíření dřevin v Karpatech byla převzata z celoevropského statistického mapování dřevin na základě dat národních inventarizací lesa, prediktivního mapování a národních lesnických statistik (Brus a kol. 2011). Výsledkem jsou rastrové mapy s rozlišením 1x1 km, nesoucí informace o zastoupení dané 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 časové období – referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

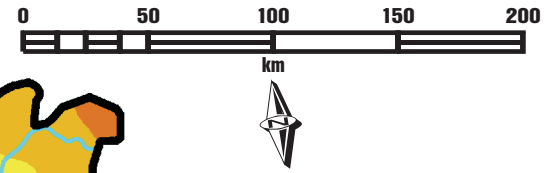
Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bioklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).



### Gorczyňského index kontinentality v období 2021-2050



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



### 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., Pajtk, 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., Mórinc, N., & Raszovits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.



# Klimatická exponovanost habru (*Carpinus betulus*) v Karpatech v období 2071-2100

## Změna Gorczyńskiego indexu kontinentality v období 2071-2100 oproti období 1961-1990

Tomáš Hlásny, Jiří Trombik, Ivan Barka, 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 dynamiky některých škůdců.

Habr (*Carpinus betulus*) je stínomilná dřevina rozšířená v celých Karpatech. Upřednostňuje teplejší klima a vyskytuje se převážně v nadmořských výškách do 600 m n. m. Je považován za dřevinu snášející kontinentální klima lépe než buk. Toleruje průměrné zimní teploty až do -8°C, v letním období však bývá také poškozován suchem. Klimatická amplituda je podobná buku a Ellenbergův klimatický koeficient se jeví jako proměnná vhodně určující distribuční limit habru. Z hlediska změny klimatu je habr možno považovat za dřevinu perspektivní, zejména z hlediska vyšší tolerance vůči suchu a nízké zranitelnosti biotickými činiteli.

Kontinentalita klimatu je jedním z faktorů ovlivňujících distribuci dřevin. V souvislosti se změnou kontinentality se mění srážkové i teplotní poměry. S narůstáním vzdálenosti od oceánu klesá vzdušná vlhkost a narůstá teplotní amplituda. Kontinentální klima je tedy sušší a variabilnější. Pomocí ukazatelů kontinentality je možné určit východní hranici rozšíření více evropských dřevin. Gorczyński index kontinentality je jednou z charakteristik. Index zohledňuje roční teplotní amplitudu a mění se v závislosti na zeměpisné délce. V podmínkách změny klimatu dochází k nárůstu hodnot indexu, dopady tohoto vývoje na distribuci a přežití dřevin zatím nejsou zdokumentované.

### Použitá data

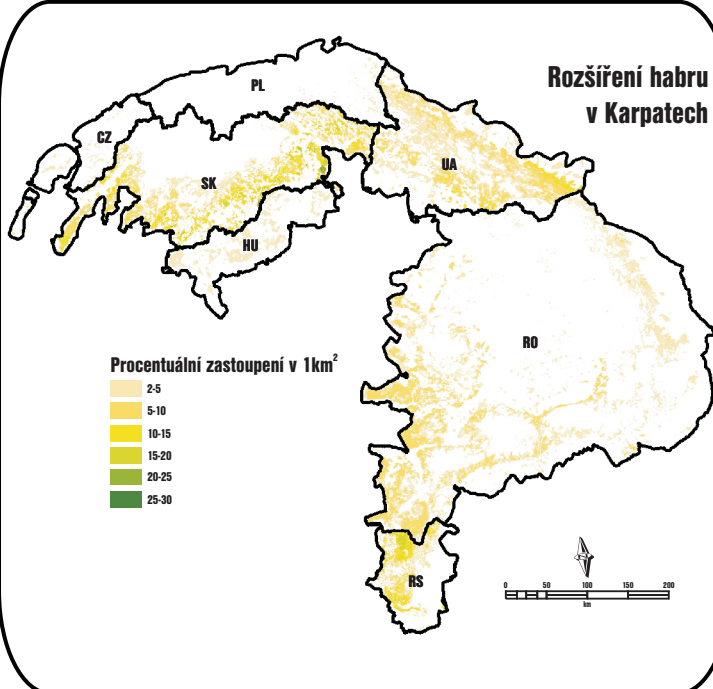
Data o rozšíření dřevin v Karpatech byla převzata z celoevropského statistického mapování dřevin na základě dat národních inventarizací lesa, prediktivního mapování a národních lesnických statistik (Brus a kol. 2011). Výsledkem jsou rastrové mapy s rozlišením 1x1 km, nesoucí informace o zastoupení dané 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 a 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 časové období – referenční klima (1961-1990), klima v blízké budoucnosti (2021-2050) a klima ve vzdálené budoucnosti (2071-2100).

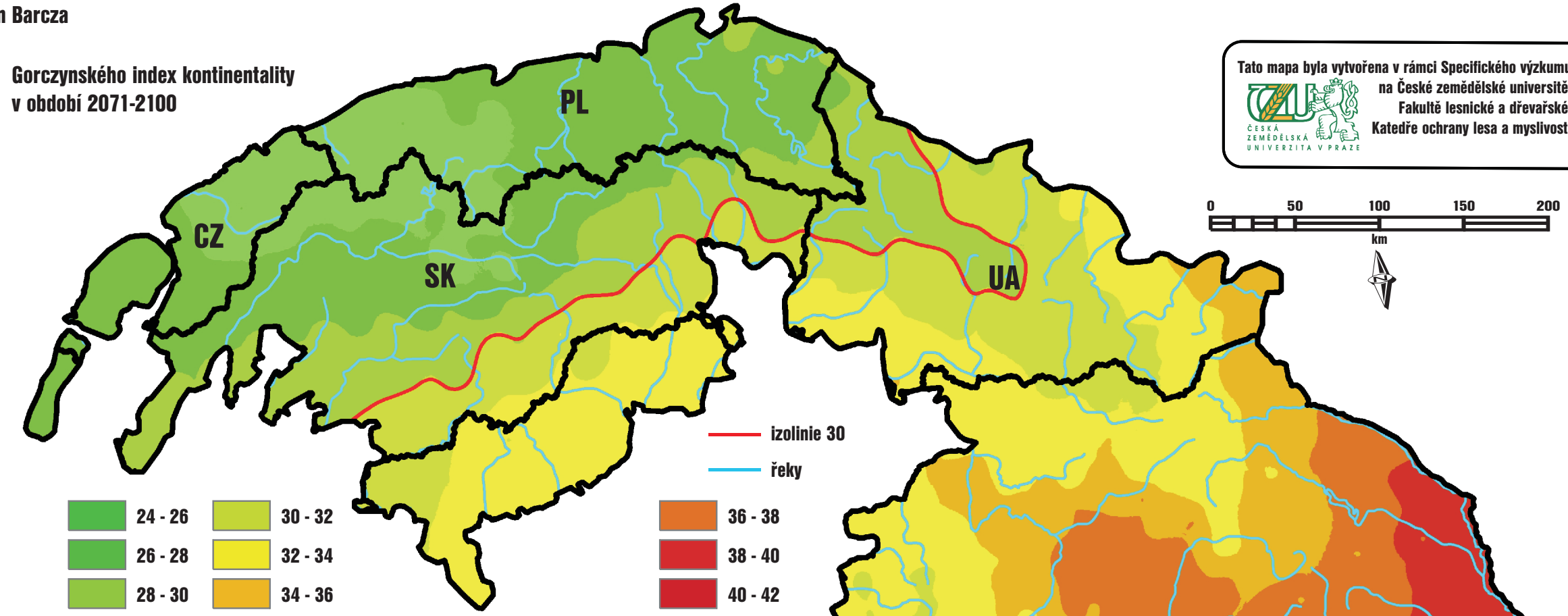
Pro hodnocení dopadů změny klimatu na lesy v Karpatech byla použita série bioklimatických proměnných podle Fang a Lechowicz (2006).



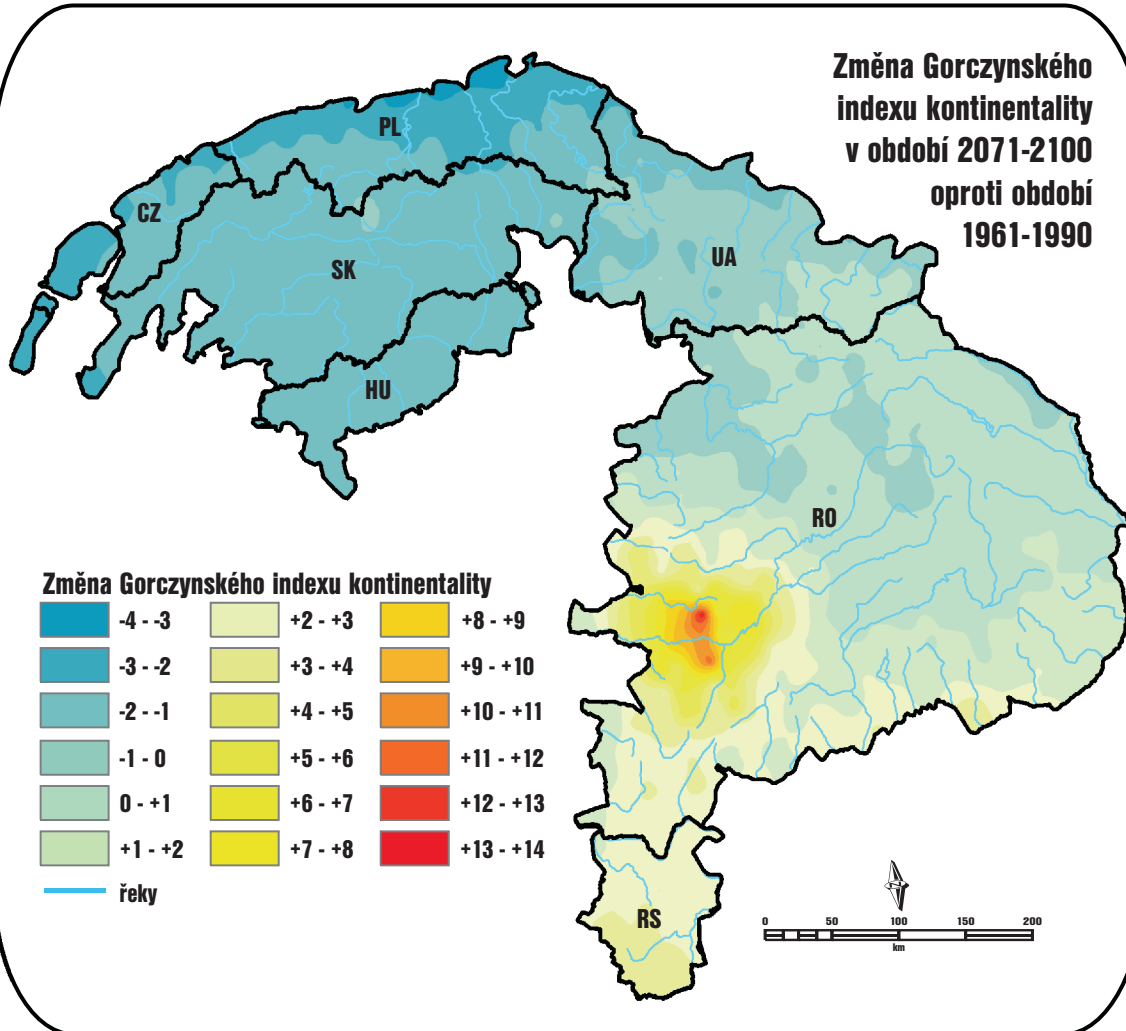
### Rozšíření habru v Karpatech



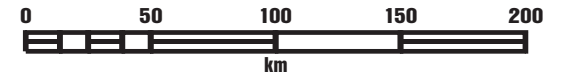
### Gorczyńskiego indexu kontinentality v období 2071-2100



### Změna Gorczyńskiego indexu kontinentality v období 2071-2100 oproti období 1961-1990



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



### 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., Pajtk, 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., Móríc, N., & Raszovits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.