

## PŘÍSPĚVEK O Vlivu LESNÍHO POŽÁRU NA PYROFILNÍ STŘEVLÍKY (COLEOPTERA: CARABIDAE) JAKO SOUČÁST POZNÁNÍ K BUDOUCÍ ADAPTACI LESŮ?

### A REPORT ON THE IMPACT OF FOREST WILDFIRE ON PYROPHILOUS CARABID (COLEOPTERA: CARABIDAE) AS PART OF KNOWLEDGE FOR FUTURE FOREST ADAPTATION?

Václav Zumr<sup>1</sup>, Oto Nakládal<sup>1</sup>, Jiří Remeš<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra pěstování lesů, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 126, Praha-Suchbát 165 00, Česká republika

#### Abstrakt

Lesní požár je typ narušení, které hraje velkou roli v ovlivňování lesních ekosystémů. Lesní požáry v minulosti byly častějšími a díky koevoluci daly vzniknout unikátním pyrofilním organismům tzn. milovníkům ohně. Na zkoumané ploše u Horní Cerekev tvořily pyrofilní druhy většinu jedinců, představovaly 55 % všech střevlíků na spáleništi, přičemž byly převážně zastoupeny druhem *P. quadriveolatus*. Vzácnější druh *S. quadripunctata* byl pozorován zřídka, bylo zaznamenáno pouze dvacet tři jedinců. Výskyt obou druhů je vzájemně vysoce korelován, což potenciálně naznačuje jejich blízké habitatové požadavky. Sterilita stanovištních podmínek po požáru je klíčovou nikou určující pyrofilní střevlíky. Aktivní požárový management (vypalování) je však v kulturní krajině velmi problematicky aplikovatelný. Tradiční pálení klestu, které bylo v ještě v nedávné době používané mnohem častěji, však může být z regionálního pohledu nevědomě důležitým hospodářským opatřením pro tvorbu životního prostředí pyrofilních střevlíků.

Klíčová slova: biodiverzita, epigeičtí brouci, zemní past

#### Abstract

Forest wildfire is a type of disturbance that plays a large role in affecting forest ecosystems. Forest fires have been more frequent in the past and due to coevolution, they have given rise to the evolution of pyrophilic organisms, i.e. fire lovers. In the study area near Horní Cerekev, pyrophilous species made up the majority of individuals, accounting for 55% of all carabids in the burnt habitat and were predominantly represented by *P. quadriveolatus*. Rarer species *S. quadripunctata* were rarely observed, with only twenty-three individuals. The two species are highly correlated, potentially suggesting their close habitat requirements. Sterility of the landscape after wildfire is a key niche determining pyrophilous carabids. However, active fire management is very problematic in cultural landscapes. Traditional burning of logging residues, which was much more commonly used in more recent times, may be an unconsciously important management measure for habitat creation of pyrophilous carabid from a regional perspective.

Keywords: biodiversity, ground beetles, pitfall trap

## 1 ÚVOD

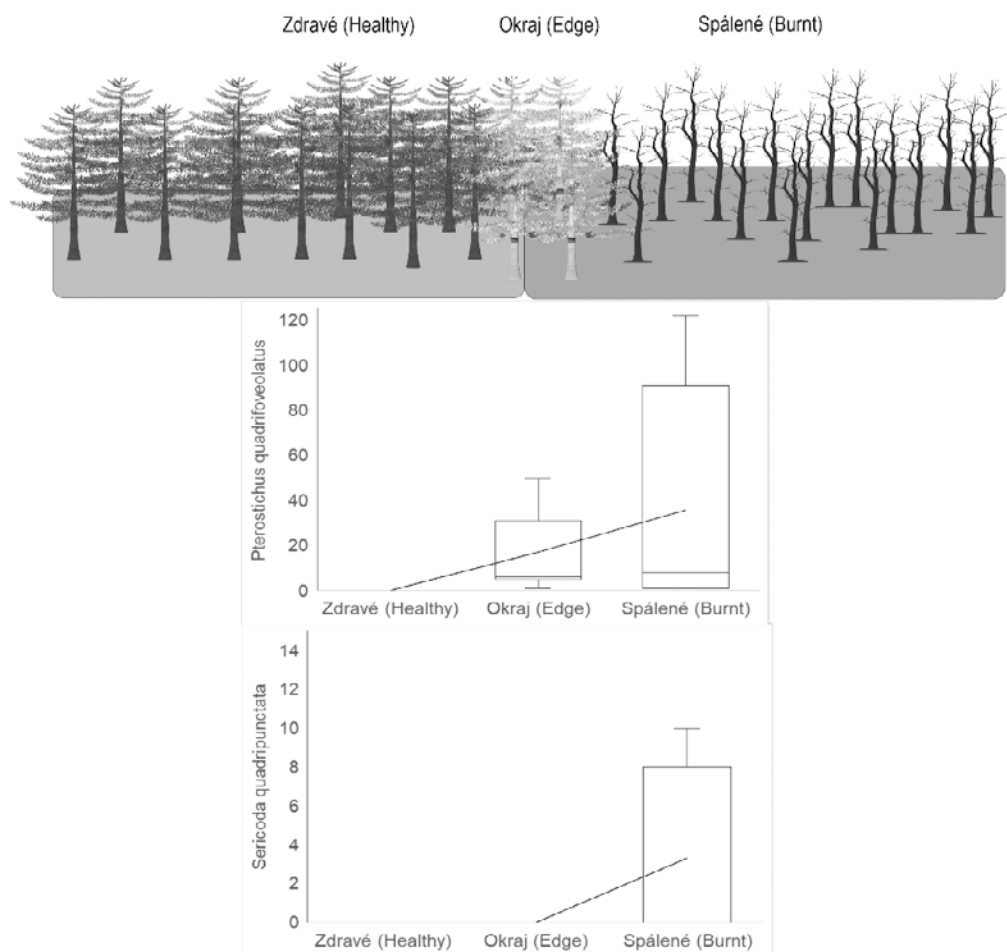
Požáry se vyskytují na naší planetě již po miliony let (Bowman, 2009). Dnešní lesní požáry jsou z pochopitelných důvodů v kulturní krajině z hlediska jejich počtu, rozsahu i intenzity minimalizovány, zejména v porovnání s hlubší minulostí (Parks *et al.*, 2025). Díky specifickým podmínkám vytvořených požáry se vyvinuly unikátní adaptace na extrémní podmínky u řady druhů organismů. Mnoho skupin disponuje tzv. pyrofilii, termín ze složených řeckých slov *pyro-* oheň a *filous-láska*. Pyrofilie je známa především u brouků (Bell, 2023), houbové druhy ji taktéž disponují, avšak není ještě zcela pochopena (Rauda-baugh *et al.*, 2020), vyskytuje se také u rostlin a stromů (Eales *et al.*, 2018). V posledních 20 letech se vědecký výzkum lesních požárů velmi zintenzivnil (Li *et al.*, 2023). Nicméně, zatímco změně klimatu byla věnována značná pozornost, dopad lesních požárů na biodiverzitu zůstává nedostatečně prozkoumán (Li *et al.*, 2023), přestože mají klíčovou roli při utváření biodiverzity (He *et al.*, 2019). Lesní požár vytváří jedinečné přírodní prostředí, která nelze replikovat jinými formami narušení nebo managementu (Cobb *et al.*, 2006; Zumr *et al.*, 2024). Legitimně *sensu lato* jakékoliv disturbance jsou z hospodářského a společenského hlediska nechtěné. Avšak variabilita krajiny, vč. disturbance, dokážou nabídnout mnoho přirozených stanovišť pro bezobratlé, zásadní jsou v tomto směru větrné kalamity (Wermelinger *et al.*, 2025), kůrovcové kalamity (Plath *et al.*, 2024), disturbance velkými herbivory (Vera, 2012) a lesní požáry (Mason *et al.*, 2021). Lesní požáry jsou elementem, který se v lesních ekosystémech objevuje přirozeně (Parks *et al.*, 2025). Cílem příspěvku je rozšířit znalosti o ekologii stanovišť zasažených požáry o málo známou skupinu vzácných pyrofilních střevlíků. Výzkum lesního požáru může přispět k pochopení regionální biodiverzity s ohledem na specificky vytvořené adaptace.

## 2 MATERIÁL A METODY

Studie byla provedena v České republice (Střední Evropa) v lesích města Horní Cerekev. Malý lesní komplex pokrývá plochu přibližně 15 ha. Dne 30. dubna 2024 došlo k antropogenně zapříčiněnému požáru během údržbových činností na železnici, který zasáhl přibližně 3,5 ha lesních porostů, které byly rozděleny železnicí na dvě části. Požár byl uhašen během několika hodin, a zasáhl hlavně mýtiny a mladé jehličnaté porosty do 20 let věku. Na mýtinách měl požár charakter rychlého povrchového požáru. V mladých porostech se projevil jako povrchový i korunní požár, což vedlo k úhynu všech postižených stromů. Výzkum proběhl na transektech, každý přitom obsahoval sedm pastí vzdálených deset metrů od sebe, s třiceti metry mezery mezi každým transektem. Celkem bylo pro studii instalováno dvacet jedna zemních pastí (7 × 3). Práce se zaměřila na posouzení výskytu pyrofilních střevlíků (Gongalsky *et al.*, 2003; Koivula *et al.*, 2006; Blažek *et al.*, 2023; Zumr *et al.*, 2024).

## 3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Celkově bylo zaznamenáno 392 dospělců ve dvou pyrofilních druzích, 361 dospělců *Pterostichus quadrioveolatus* (Letzner, 1852) a 23 dospělců *Sericoda quadripunctata* (De Geer, 1774). *S. quadripunctata* byla nalezena výhradně ve spáleném stanovišti. *P. quadrioveolatus* byl zaznamenán v místech, která byla alespoň částečně zasažena ohněm (Obr. 1). Byla zjištěna silná korelace výskytu pro oba zaznamenané pyrofilní druhy ve spáleném stanovišti (Spearman  $r = 0.815$ ,  $p = 0.025$ ). V rámci tohoto výzkumu byly zaznamenány dva druhy pyrofilních střevlíků, které jsou považovány za obligátně pyrofilní kvůli svým adaptacím na spálené lesní oblasti (Bell, 2023). Nicméně, bylo zaznamenáno pouze 23 jedinců *S. quadripunctata*. Tato vzácnost je pravděpodobně důsledkem několika faktorů: dlouhodobé legitimní potlačování požárů (Johansson *et al.*, 2011), nízká intenzita požárů (Koivula *et al.*, 2006) a nerovnoměrné prostorové a časové distribuce požárů (Milberg *et al.*, 2024). Například Zumr *et al.* (2024) shromáždili pouze čtyři jedince (z 24 pastí) *S. quadripunctata* během prvního roku po rozsáhlém požáru v NP České Švýcarsko. Podobně, nedávný evropský průzkum od Aleksanova *et al.* (2024) zaznamenal pouze sedm jedinců



**Obr. 1:** Schematický náčrt studovaného stanoviště s jejich typickou strukturou a početnost zaznamenaných pyrofilních brouků. Schematický náčrt byl vytvořen v aplikaci Malování 3D (Microsoft, Win10) Schematic drawing of the study habitat with their typical structure and abundance of recorded pyrophilous ground beetles. The schematic drawing was created in the Paint 3D application (Microsoft, Win10)

(několik desítek pastí) během dvou let výzkumu požár z roku 2021. Nicméně, v jiných případech se tento druh zdál být mnohem hojnější ve spálených lesních porostech. Například Blažej (2023) zaznamenal 756 (ze 3 pastí) jedinců *S. quadripunctata* ve České republice během prvního roku po lesním požáru v roce 2006. Gongalsky *et al.* (2003) pozorovali několik stovek jedinců (z 30 pastí) v boreálních lesích Švédska v prvním roce po lesním požáru v roce 1999. Podobně, Süda *et al.* (2009) zdokumentovali téměř čtyři sta jedinců (z 20 pastí) *Sericoda* v Estonsku po prvním roce po požáru v roce 2006. Navíc, další dřívější studie zaměřující se na tuto skupinu rodu *Sericoda* zjistily mnoho tisíc jedinců (24, 400, několik stovek), v závislosti na typu studovaného požáru (řízený alesní požár) v boreálních lesích Severní Ameriky mezi lety 2000 a 2002 (Cobb *et al.*, 2007; Koivula *et al.*, 2006, 2006b). Uvedené může být vysvětleno tím, že boreální lesy v Severní Americe

jsou často a rozsáhle postihovány lesními požáry (Soja *et al.*, 2007), což může vytvářet vhodnější podmínky pro obligátní pyrofilie. U druhu, který byl zaznamenán jako druhý, *P. quadrifoveolatus*, se předpokládá pyrofilní adaptace, jako jsou větší křídla ve srovnání se spřízněným druhem *P. oblongopunctatus*, což může zlepšit jeho schopnost mobilní kolonizace post-fire lesních stano-  
višť (Bell, 2023). *P. quadrifoveolatus* je často označován jako sekundárního pyrofilního střevlíka, vysoká intenzita požáru poskytující environmentální sterilitu je pro tento druh méně důležitá ve srovnání se *S. quadripunctata*, který je primárně omezen sterilními podmínkami spálené půdy, které ovlivňují přežití vajíček (Bell *et al.*, 2022). Nicméně jsme zjistili, že vzhledem k úzké korelaci výskytu těchto dvou druhů je možné očekávat, že budou hledat podobné charakteristiky spálených lokalit, a *P. quadrifoveolatus* může mít prospěch z vyšší sterility půdy. *S. quadripunctata* byl pozorován jako obyvatel výhradně centrálních oblastí spáleného místa, vyhýbajíc se okrajům. *P. quadrifoveolatus* v naší studii žádnou takovou preference neprokázal, takže se vyskytoval jak na spáleném, tak na okrajovém stanovišti, které také bylo požárem alespoň částečně zasaženo. Podobné behaviorální vzory byly hlášeny Gongalským *et al.* (2003). Zajímavé je, že *P. quadrifoveolatus* se zdá být odolnějším druhem setrvávajícím v spálených lokalitách po delší období v relativně vysokých počtech, přičemž odchvy v pasti často dosahují stovek jedinců (Blažej, 2023, Aleksanov *et al.*, 2024). Maximální výskyt tohoto druhu pravděpodobně nastane do sedmi let po požáru (Toivanen *et al.*, 2014).

## 4 ZÁVĚR

Výsledky ukázaly, jak z pohledu abundance osidlují pyrofilní střevlíci plochu krátce po požáru. Sterilita prostředí je právě ta klíčová vlastnost spálených porostů, na které se evolučně adaptovaly pyrofilní organismy (Bell, 2023). V lesním hospodářství v ČR je zakázáno řízené vypalování, ačkoli v mnoha zemích je to legitimní nástroj pro řady efektů mimo vlastní podporu biodiverzity a snižování rizika neřízených požárů, jako je např. regulace invazních plevelů (Ditomaso *et al.*, 2006), nebo regulace hojnosti klíšťat (Gleim *et al.*, 2014). V lesním hospodářství ČR jsou lesní požáry relativně vzácné a jsou způsobeny zpravidla lidskou neopatrností či nedbalostí. Možností jak „podpořit“ biodiverzitu pyrofilních druhů je ponechání alespoň první rok po požáru svým vývojem, nejlépe dva roky. Toto opatření by nebylo ani v rozporu s legislativními normami. Na druhé straně existuje způsob, ve kterém se běžně používá oheň v lesním hospodářství. Pálení klestu jako prostředek k odstranění těžebních zbytků (klestu) z vytěžených ploch (holin) se stále často používá, nicméně méně, než tomu bylo dříve. V současnosti se totiž klest hojně využívá k energetickým účelům, což může být i negativní důsledek i na bilanci a koloběh živin lesních půd (Šrámek *et al.*, 2021). Malá spáleniště po pálení klestu mohou být posledními nouzovými útočišti pro pyrofilní organismy. Např. je dokumentováno, že i antropogenně vyvolané kouřové a požární emity v blízkosti průmyslových komínů, místa, kde dochází k „popalování“ vegetace, stejně jako veřejná prostranství (náměstí) a množství cigaretového popela v odpadních svodech, mohou být nouzově kolonizována pyrofilními druhy (Bell, 2023; Veselý, 2002).

## LITERATURA

- ALEKSANOV, V. V., ALEKSEEV, S. K., RUCHIN, A. B., ESIN, M. N. 2024. Carabid Beetles under the Influence of Megafires in Pine and Secondary Forests of Central European Russia. *Diversity*. 16(7), 370. <https://doi.org/10.3390/d16070370>
- BELL, A. J. 2023. Like moths to a flame: A review of what we know about pyrophilic insects. *Forest Ecology and Management*. 528, 120629. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120629>
- BELL, A. J., CALLADINE, K. S., WARDLE, D. A., PHILLIPS, I. D. 2022. Rapid colonization of the post-fire environment improves egg survival in pyrophilic ground beetles. *Ecosphere*. 13(8), 12. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4213>
- BLAŽEJ, L. 2023. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of the forest burnt in Jetřichovice (Northern Bohemia). In: *Vlastivědný sborník Českolipska*. 32/2023. BEZDEZ: Česká Lípa, Czech Republic.

- BAWMAN, D. M. J. S., BALCH, J. K., ARTAXO, P., BOND, W. J., PYNE, S. J., HARRISON, S. P., JOHNSTON, F. H., KEELEY, J. E., KRAWCHUKOVÁ, M. A., KULL, J. A., MARSTON, J. B., MORITZ, M. A., PRENTICE, I. C., ROOS, K. I., SCOTT, A. C., SWETNAM, T. W., VAN DER VERF, G. R. 2009. Fire in the Earth System. *Science*. 324(5926), 481–484. <https://doi.org/10.1126/science.1163886>
- COBB, T. P., LANGOR, D. W., SPENCE, J. R. 2007. Biodiversity and multiple disturbances: boreal forest ground beetle (Coleoptera: Carabidae) responses to wildfire, harvesting, and herbicide. *Canadian Journal of Forest Research*. 37(8), 1310–1323. <https://doi.org/10.1139/X06-310>
- DITOMASO, J. M., BROOKS, M. L., ALLEN, E. B., MINNICH, R., RICE, P. M., KYSER, G. B. 2006. Control of Invasive Weeds with Prescribed Burning. *Weed Technology*. 20(2), 535–548. <https://doi.org/10.1614/WT-05-086R1.1>
- EALLES, J., HADDAWAY, N. R., BERNES, C., COOKE, S. J., JONSSON, B. G., KOUKI, J., PETROKOFISKY, G., TAYLOR, J. J. 2018. What is the effect of prescribed burning in temperate and boreal forest on biodiversity, beyond pyrophilous and saproxylic species? A systematic review. *Environmental Evidence*. 7(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s13750-018-0131-5>
- GLEIM, E. R., CONNER, L. M., BERGHAUS, R. D., LEVIN, M. L., ZEMTSOVA, G. E., YABSLEY, M. J., BRAYTON, K. A. 2014. The Phenology of Ticks and the Effects of Long-Term Prescribed Burning on Tick Population Dynamics in Southwestern Georgia and Northwestern Florida. *PLoS ONE*. 9(11), e112174 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112174>
- GONGALSKY, K. B., WIKARS, L. O., PERSSON, T. 2003. Dynamics of pyrophilous carabids in a burned pine forest in Central Sweden. *Baltic J. Coleopterol.* 3(2), 107–111.
- HE, T., LAMONT, B. B., PAUSAS, J. G. Fire as a key driver of Earth's biodiversity. *Biological Reviews*, 2019. 94(6): 1983–2010. <https://doi.org/10.1111/brev.12544>
- THERESE, J., ANDERSSON, J., HJÄLTÉN, J., DYNESIUS, M., ECKE, F. 2011. Short-term responses of beetle assemblages to wildfire in a region with more than 100 years of fire suppression. *Insect Conservation and Diversity*. 4(2), 142–151. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00114.x>
- KOIVULA, M., COBB, T., DÉCHÈNE, A. D., JACOBS, J., SPENCE, J. R. 2006. Responses of two Sericoda Kirby, 1837 (Coleoptera: Carabidae) species to forest harvesting, wildfire, and burn severity. *Entomologica Fennica*. 17, 315–324.
- LI, T., CUI, L., LIU, L., CHEN, Y., LIU, H., SONG, X., XU, Z. 2023. Advances in the study of global forest wildfires. *Journal of Soils and Sediments*. 23(7), 2654–2668. <https://doi.org/10.1007/s11368-023-03533-8>
- MASON, S. C., SHIREY, V., PONISIO, L. C., GELHAUS, J. K. 2021. Responses from bees, butterflies, and ground beetles to different fire and site characteristics: A global meta-analysis. *Biological Conservation*. 261, 109265. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109265>
- MILBERG, P., BERGMAN, K. O., JANSSON, N., NORMAN, H., SUNDIN, F., WESTERBERG, L., JOHANSSON, V. 2024. Short Spatiotemporal Fire History Explains the Occurrence of Beetles Favoured by Fire. *Insects*. 15(10), 775. <https://doi.org/10.3390/insects15100775>
- SEAN, A., PARKS, C. H., GUITERMAN, E. Q., LONERGANOVÁ, M. M., WHITMANOVÁ, E., ABATZOGLOU, J. T., FALK, D. A., JOHNSTON, J. D., DANIELSOVÁ, L. D., LAFON, C. W., LOEHMANOVÁ, R. A., KIPFMUELLER, K. F., NAFICY, C. E., PARISIEN, M. A., PORTIEROVÁ, J., STAMBAUGH, M. C., WILLIAMS, A. P., WION, A. P., YOCOM, L. L. 2025. A fire deficit persists across diverse North American forests despite recent increases in area burned. *Nature Communications*. 16(1493), 1493. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56333-8>
- PLATH, E., TRAUTH, C., GERHARDS, J., GRIEBEL L., FISCHER, K. 2024. Dieback of managed spruce stands in western Germany promotes beetle diversity. *Journal of Forestry Research*. 35, 48. <https://doi.org/10.1007/s11676-024-01695-w>
- RAUDABAUGH, D. B., MATHENY, P. B., HUGHES, K. W., ITURRIAGA, T., SARGENT, M., MILLER, A. N. 2020. Where are they hiding? Testing the body snatchers hypothesis in pyrophilous fungi. *Fungal Ecology*. 43, 100870. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2019.100870>
- ŠRÁMEK, V., FADRHOISOVÁ, V., NEUDERTOIVÁ-HELLEBRANDOVÁ, K., NOVOTNÝ, R. 2021. *Doporučené metody nakládání s těžebními zbytky v lesních porostech s významnou produkční funkcí z hlediska udržitelnosti bilance hlavních živin*. Certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Lesnický průvodce, 45 s.

- VERA, F. W. M. 2012. The Dynamic European Forest. *Arboricultural Journal*. 26(3), 179–211. <https://doi.org/10.1080/03071375.2002.9747335>
- VESELÝ, P. 2002, *Střevlíkovití brouci Prahy (Coleoptera: Carabidae)*. Praha: s.n. 167 s.
- WERMELINGER, B., OBRIST, M. K., DUELLI, P., SCHNEIDER MATHIS, D., GOSSNER, M. M. 2025. Two decades of arthropod biodiversity after windthrow show different dynamics of functional groups. *Journal of Applied Ecology*. 62(2), 371–387. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14860>
- ZUMR, V., REMEŠ, J., NAKLÁDAL, O. 2024. Immediate Response of Carabids to Small-Scale Wildfire Across a Healthy-Edge-Burnt Gradient in Young Managed Coniferous Forest in Central Europe. *Fire*. 7(12), 436. <https://doi.org/10.3390/fire7120436>
- ZUMR, V., REMEŠ, J., NAKLÁDAL, O. 2024. Short-Term Response of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) to Fire in Formerly Managed Coniferous Forest in Central Europe. *Fire*. 7(3), 76. <https://doi.org/10.3390/fire7030076>

## Poděkování

Tato studie byla podpořena: FLD ČZU (Excelentní tým 2025-2026) a grantem č. QL24020204, MZe ČR.

## Kontakty | Contact Information

Václav Zumr: e-mail: [zumr@fld.czu.cz](mailto:zumr@fld.czu.cz)