

A SMED módszer alkalmazási lehetőségei és fejlődési irányvonalai a logisztikában

Application Possibilities and Development Directions of the SMED Method in Logistics

Prof. Dr. TAMÁS Péter

Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc-Egyetemváros, Tel.: 06 46 565-111/20-26,
E-mail: peter.tamas@uni-miskolc.hu

Abstract

The Single Minute Exchange of Die (SMED) method is one of the fundamental tools of lean management, originally developed to reduce changeover times in manufacturing. In recent years, the method has gained increasing importance in logistics processes as well, as growing system complexity, shorter service times, and increasing flexibility requirements pose new challenges. The research reviews the possibilities of applying the method in the field of logistics and identifies the main development trends. The study places particular emphasis on the role of digitalization, especially digital work instructions, feedback based on sensor data, and simulation-based decision support. Based on the results, it can be concluded that the application of SMED in logistics not only supports the reduction of changeover times but also contributes to increasing the flexibility of logistics processes and to the development of a more competitive corporate environment.

Keywords: logistics, SMED, simulation, process development

Kivonat

A Single Minute Exchange of Die (SMED) módszer a lean menedzsment egyik alapvető eszköze, amelyet eredetileg a gyártási átállási idők csökkentésére dolgoztak ki. Az utóbbi években a módszer a logisztikai folyamatokban is egyre hangsúlyosabb szerepet kap, mivel a növekvő rendszerkomplexitás, a rövidülő kiszolgálási idők és a fokozódó rugalmassági igények új kihívásokat jelentenek. A kutatás áttekinti a módszer logisztikai területen való alkalmazási lehetőségeit, valamint feltárja a meghatározó fejlődési irányvonalakat. A tanulmány kiemelt figyelmet fordít a digitalizáció szerepére, különös tekintettel a digitális munkautasításokra, a szenzoradatokra épülő visszacsatolásra és a szimulációalapú döntéstámogatásra. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a logisztikai SMED alkalmazása nem csupán az átállási idők csökkentését támogatja, hanem hozzájárul a logisztikai folyamatok rugalmasságának növeléséhez és a versenyképesebb vállalati környezet kialakításához.

Kulcsszavak: logisztika, SMED, szimuláció, folyamatfejlesztés

1. BEVEZETÉS

A 21. századi globális ipari környezetet a fogyasztói igények diverzifikációja és a termékéletrciklusok rövidülése jellemzi, ami a vállalatokat a tömeges testreszabás irányába kényszeríti [1, 2]. Ebben a dinamikus gazdasági közegben a versenyképesség feltétele a rugalmasság és a válaszkészség növelése, miközben a költséghatékonyságot is fenn kell tartani [1, 3]. Ezen kihívásokra egyértelmű választ ad a lean filozófia eszköz és szabályrendszere, amely hatékonyan valósítja meg a folyamatfejlesztési tevékenységet [4]. A lean szempontjából három fontos célkitűzését különböztetjük meg, nevezetesen az átfutási idő, a költségek és a minőségi hibák csökkentését. Ezen célok lean eszközök strukturált alkalmazásával érhetőek el [5]. A lean menedzsment egyik meghatározó eszköze, a Shigeo Shingo által kidolgozott SMED (Single-Minute Exchange of Die) módszer eredetileg a gyártási átállási idők csökkentésére szolgált, azonban napjainkra a logisztikai rendszerek fejlesztésében is releváns megközelítéssé vált [6, 7]. Az módszer alkalmazása jelentős versenyképességi előnyöket eredményez, amelyek a következők [8]:

- Készletszint és utánpótlási idő csökkenése, kisebb sorozatnagyság mellett.
- Lekötött tőke és tőkeköltség mérséklése, javuló forgási sebességgel.
- Hatékonyabb térkihasználás, alacsonyabb infrastrukturális igény.
- Növekvő rugalmasság és termékválaszték-bővíthetőség, gyorsabb piaci alkalmazkodással.
- Javuló kapacitaskihasználás, beruházás nélkül növelhető kibocsátással.
- Gyorsabb minőségi visszacsatolás, csökkenő hibaköltséggel.

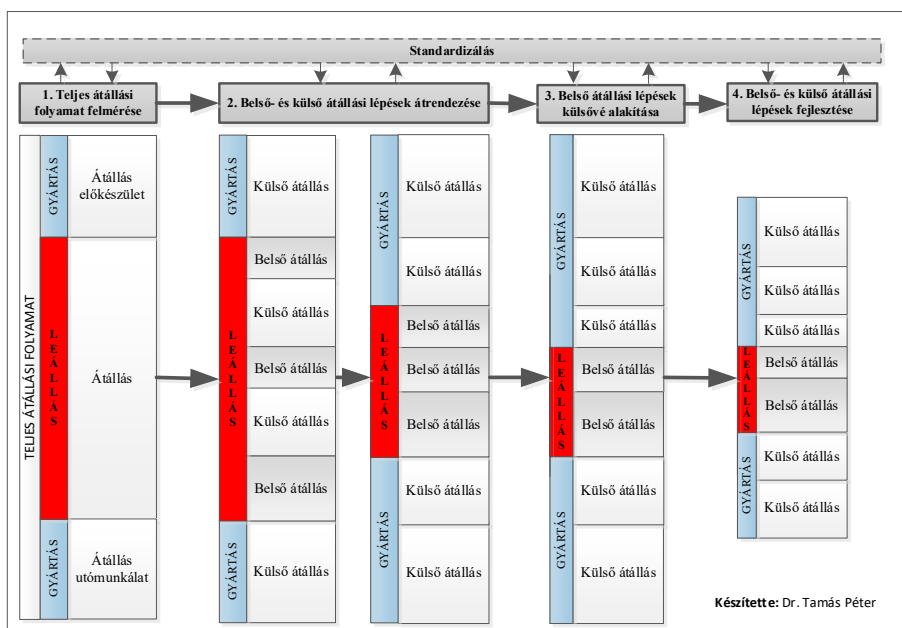
A logisztikai folyamatokban az átállási idők mérséklése csökkenti a várakozási időt és javítja az anyagáramlás folyamatosságát. Példaként említve a raktárlogisztikában alkalmazható a kommissiózási stratégia (pl. batch → wave picking) gyors váltására, míg szállítási logisztikában a járműrakodási folyamatok előkészítési lépéseinek külsővé alakításával csökkenthető a járművek állásideje. Jelen kutatás célja egy irodalmi áttekintés keretében feltárni a SMED logisztikai alkalmazásának lehetőségeit, valamint fejlődési irányait, amely a következő fejezetekben kerül ismertetésre.

2. A SMED MÓDSZER ISMERTETÉSE

A fejezet a SMED módszer alkalmazásának folyamatát mutatja be. A SMED módszer alkalmazását megelőzően célszerű dedikált átállás-fejlesztő csapatot létrehozni, amely a folyamatfejlesztésre kiválasztott területen [9]:

- képzzi a munkatársakat az átállási idő csökkentésének jelentőségére,
- alkalmazza a SMED módszertant,
- vizsgálja a fejlesztések más területeken való adaptálhatóságát,
- megosztja és standardizálja a bevált gyakorlatokat.

A SMED négy egymásra épülő lépésből áll, amelyeket minden esetben standardizálás egészít ki (1. ábra). A standardizálás biztosítja az új munkamódszerek rögzítését, kommunikációját és fenntartható alkalmazását, valamint alapot teremt a további fejlesztésekhez.



1. ábra. SMED módszer alkalmazásának lépései

A SMED lépései [8, 10]:

1. A jelenlegi átállási folyamat elemzése: A teljes átállás részletes felmérése történik (időmérés, szükség esetén videóelemzés), beleértve a párhuzamos műveleteket is. Az eredmény egy dokumentált kiinduló állapot, amely referenciaként szolgál a későbbi javulás méréséhez.

2. Belső és külső műveletek szétválasztása: Az átállási lépések csoportosítása aszerint történik, hogy elvégezhető-e működés közben (külső), vagy leállást igényelnek (belső). Cél a leálláshoz kötött tevékenységek minimalizálása, például ellenőrző listák, előkészítések és optimalizált eszközmozgatás alkalmazásával.

3. Belső műveletek külsővé alakítása: Technológiai vagy szervezési fejlesztésekkel a leállást igénylő lépések egy része előre elvégezhetővé válik (pl. előpozicionálás, standardizált befogás, közbenső elemek alkalmazása).

4. Folyamatos fejlesztés (kaizen): A belső és külső műveletek további optimalizálása apró, iteratív fejlesztésekkel történik. A beavatkozások fő irányai:

- Rövidítés: A művelet végrehajtási idejének csökkentése felesleges mozdulatok vagy lépések megszüntetésével.
- Párhuzamosítás vagy összevonás: Két vagy több tevékenység egyidejű vagy összehangolt végrehajtása az átfutási idő mérséklése érdekében.
- Átrendezés: A munkafolyamat vagy az eszközök elhelyezésének módosítása a hatékonyabb végrehajtás érdekében.
- Egyszerűsítés: Az alkalmazott módszer vagy eszköz racionalizálása a komplexitás csökkentése és a gyorsabb végrehajtás érdekében.

3. A SMED ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A LOGISZTIKÁBAN

A logisztikai rendszerekben a SMED nem csupán operatív fejlesztési eszköz, hanem a **folyamatváltás** és az **üzemmódváltás** tudatos optimalizálásának módszere. Folyamatváltás alatt a vizsgált rendszer struktúrájának tényleges módosulását értjük, amely érintheti a csomópontkészletet (objektumok), a kapcsolati rendszert (routing és áramlási lehetőségek), valamint az irányítási és optimalizálási keretrendszert. Strukturális változásról akkor beszélhetünk, ha e komponensek közül legalább egy módosul. Üzemváltás esetén ezzel szemben a rendszer alapstruktúrája változatlan marad, és kizárólag a működési paraméterek módosulnak (pl. kapacitás, prioritási szabályok, műszakszám, átfutási idők). Folyamatváltás során a strukturális átalakulás időigényének minimalizálása, míg üzemváltás esetén a működési paraméterek gyors és stabil módosítása jelenti a fejlesztés elsődleges célját.

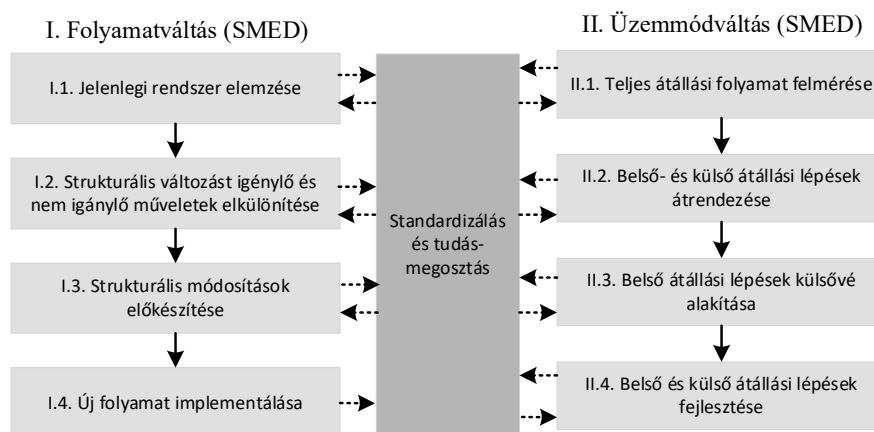
SMED alkalmazási lehetőségei a logisztikában

1. táblázat

Szempont	Alkalmazási lehetőségek	
	Folyamatváltás	Üzemváltás
SMED fókusz	Strukturális átmenet	Működési konfiguráció módosítása
Kockázat	Rendszerszintű instabilitás	Teljesítménycsökkenés
Cél	Új struktúra gyors stabilizálása	Gyors és stabil konfigurációváltás

Példaként említhető egy disztribúciós raktár esete, ahol a korábbi soros kommissiózási rendszert – amelyben egy kommissiózó a teljes raktárterületen halad végig – zónás kommissiózásra alakítják át. A fejlesztés során új raktárzónákat hoznak létre, módosítják az anyagáramlási útvonalakat, valamint új irányítási logikát vezetnek be a rendelések zónák közötti felosztására. Ennek következtében a rendszer objektumkészlete és kapcsolati struktúrája is megváltozik, tehát strukturális átalakulás valósul meg. A folyamatváltás célja az új struktúra gyors stabilizálása és a kezdeti instabilitás minimalizálása. Ugyanebben a raktárban üzemváltásról beszélhetünk, ha a zónás struktúra változatlan marad, de a csúcsidőszak kezelésére három műszakos működésre térnek át, illetve módosítják a prioritási szabályokat. Ilyenkor a fizikai elrendezés és az anyagáramlási struktúra nem változik, kizárólag a működési paraméterek módosulnak. A cél a teljesítmény gyors növelése a stabil működés fenntartása mellett. A logisztikai folyamatváltás és üzemváltás SMED módszer segítségével történő fejlesztésének folyamata az 2. ábra alapján történik.

A bal oldalon a **folyamatváltás (SMED)** lépései láthatók, amelyek olyan esetekben alkalmazhatók, amikor a logisztikai rendszer struktúrája módosul. A folyamat első lépése a jelenlegi rendszer részletes elemzése (I.1), amely feltárja a működés főbb jellemzőit és korlátait. Ezt követi a strukturális változást igénylő és nem igénylő műveletek elkülönítése (I.2), amely lehetővé teszi a fejlesztési beavatkozások célzott meghatározását. A harmadik lépés a szükséges strukturális módosítások előkészítése (I.3), amely során a rendszer átalakításához szükséges szervezési és technológiai változtatások, valamint azok bevezetésének ütemezése kerülnek megtervezésre. A tervezés során a SMED lépések alkalmazására is sor kerülhet az implementálás során várható leállási veszteségek minimalizálása érdekében. A folyamat végül az új folyamat implementálásával (I.4) zárul, amelynek célja az új struktúra gyors és stabil működésének biztosítása.



2. ábra A SMED módszer alkalmazási modellje logisztikai folyamat- és üzem módváltások során

Az ábra jobb oldalán az **üzem módváltás (SMED)** lépései jelennek meg, amelyek olyan helyzetekre vonatkoznak, amikor a logisztikai rendszer alapstruktúrája változatlan marad, és kizárólag a működési paraméterek módosulnak. Ebben az esetben a fejlesztési folyamat lépései alapvetően megegyeznek a klasszikus SMED módszer alkalmazásakor leírtakkal, és elsősorban az átállási műveletek optimalizálására, valamint a leállási idő minimalizálására irányulnak. A 2. ábra központi eleme a **standardizálás és tudásmegosztás**, amely mindkét fejlesztési irány esetében meghatározó szerepet tölt be. A standardizálás a folyamatokhoz kapcsolódó standardok kialakításának, kommunikációjának, nyomon követésének és folyamatos fejlesztésének gyakorlata. Ez kiegészül a bevált gyakorlatok szervezeti szintű megosztásával, amely elősegíti a tapasztalatok szélesebb körű hasznosítását, és hozzájárul a logisztikai folyamatok hatékony és fenntartható fejlesztéséhez.

4. A SMED FEJLŐDÉSI IRÁNYVONALAI

A SMED módszertan fejlődése napjainkban egy jelentős paradigmaváltáson megy keresztül, amely az eredeti, tisztán mechanikus megközelítéstől a komplex, technológia- és emberközpontú rendszerek irányába mutat. A szakirodalom alapján a fejlődés az alábbi meghatározó pillérek mentén írható le:

1. Digitalizáció és e-SMED (Ipar 4.0): A legdominánsabb irányvonal a SMED digitális transzformációja, amely túllép a pusztán adatgyűjtésen és a módszertan teljes újraértelmezését kínálja [11]. Az IoT-eszközök, szenzorhálózatok és a mesterséges intelligencia (AI) integrációja lehetővé teszi az átállási folyamatok valós idejű monitorozását, az adatok automatikus kinyerését a MES rendszerekből, valamint a szűk keresztmetszetek objektív, adat alapú azonosítását [2, 12]. Az e-SMED koncepció éles különbséget tesz a „lethargic digitalization” (papíralapú táblák pusztán digitális kiváltása) és a valódi módszertani fejlesztések között, ahol a technológia adaptív és intelligens visszacsatolást biztosít [13]. Ezt egészítik ki a digitális Poka-Yoke megoldások, amelyek algoritmusok segítségével előzik meg az átállás során fellépő emberi hibákat.

2. Emberközpontú és ergonomiai fókusz (H-SMED és Ipar 5.0): Az Ipar 5.0 alapelveivel összhangban a kutatások súlypontja az operátorok fizikai és kognitív terhelésének csökkentésére helyeződött át [14]. A Human-Centric SMED (H-SMED) megközelítés az ergonomiai szempontokat (pl. izomfáradtság-elemzés, Sue Rodgers-módszer) már a fejlesztési fázisban integrálja, így nemcsak az időt csökkenti, hanem védi a munkavállalók egészségét és mérsékli a stressz okozta hibázási kockázatot [14]. A modern rendszerek kiterjesztett valóság (AR) és VR-technológiák alkalmazásával segítik az operátorok immerzív képzését, lerövidítve a tanulási folyamatot [11].

3. Szimuláció alapú döntéstámogatás és prediktív analitika: A jövőbeli fejlesztések validálására egyre gyakrabban alkalmaznak szimulációs keretrendszereket, mint amilyen a SMEDSS (SMED Support System). Ezek a rendszerek (pl. Arena szoftver alapokon) lehetővé teszik a termelési paraméterek (batch-méret, pufferméret) és az átállási feladatok variálásának hatásvizsgálatát anélkül, hogy a fizikai termelést megzavarnák [15, 16]. Ezzel párhuzamosan a gépi tanulás (Machine Learning) algoritmusai képesek azonosítani az optimális átállási sorrendet és az ideális paraméterbeállításokat [17].

4. Strukturált gazdasági prioritizálás (SSD): A SMED projektek fejlődése a tisztán technikai szemlélettől a stratégiai, gazdasági fókusz felé mozdult el. A Set-up Saving Deployment (SSD) módszer egy mátrix alapú,

költségek központú megközelítést alkalmaz, amely rangsorolja az átállási veszteségeket és azok pénzügyi vonzatait [18]. Ez lehetővé teszi a menedzsment számára, hogy a SMED beavatkozásokat a beruházás megtérülése (ROI) és a budget-korlátok alapján optimalizálja, biztosítva a fejlesztések gazdasági fenntarthatóságát [18].

Összességében a SMED fejlődése a digitális technológiák, a szimulációs modellezés és az ember-központú ergonómia szinergiájában valósul meg, egyre rugalmasabb és versenyképesebb gyártási és logisztikai környezetet teremtve [11, 13].

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány célja a SMED (Single Minute Exchange of Die) módszer logisztikai alkalmazási lehetőségeinek és fejlődési irányvonalainak feltárása volt irodalmi feldolgozás alapján. Az elemzés rámutatott arra, hogy a módszer a hagyományos gyártási alkalmazásokon túl a logisztikai rendszerek fejlesztésében is egyre jelentősebb szerepet tölt be, különösen a növekvő rendszerkomplexitás, a rövidülő kiszolgálási idők és a rugalmassági követelmények erősödésének környezetében.

A cikk egyik fő eredménye, hogy strukturált módon értelmezi a SMED módszer logisztikai alkalmazását a folyamatváltás és az üzemmódváltás fogalmi keretében, amely lehetővé teszi a strukturális változások és a működési paraméterek módosításának elkülönített vizsgálatát. Ennek alapján a tanulmány egy alkalmazási modellt mutat be a logisztikai folyamat- és üzemmódváltások SMED alapú fejlesztésére, amely a klasszikus módszertant a logisztikai rendszerek sajátosságaihoz igazítja, és támogatja az átállási folyamatok tudatos optimalizálását. Az irodalmi eredmények elemzése alapján az is megállapítható, hogy a SMED fejlődése egyre szorosabban kapcsolódik a digitális technológiákhoz. Különösen meghatározó a szenzoradatokra és IoT-megoldásokra épülő adatgyűjtés, a szimulációalapú döntéstámogatás, valamint az emberközpontú fejlesztési megközelítések megjelenése. Ezek az irányok hozzájárulnak ahhoz, hogy a SMED módszer a jövőben a logisztikai folyamatfejlesztés egyre fontosabb, digitális technológiákkal támogatott eszközévé váljon.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

This research was supported by the János Bolyai Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences.

Project No. 2023-1.2.4-TÉT-2023-00027 has been implemented with the support provided by the Ministry of Culture and Innovation of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund, and was financed under the 2023-1.2.4-TÉT funding scheme.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Guzel, D., & Asiabi, A. S. (2020). *Improvement Setup Time By Using SMED And 5S (An Application In SME)*. International Journal of Scientific and Technology Research, 9(1), 3727–3732.
- [2] Nabil, D. H., Khanam, S., & Haque, S. A. *Industry 4.0-Enabled SMED Implementation for Improving Pipe Extrusion Efficiency: A Case Study*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2024. <https://doi.org/10.46254/BA07.20240193>.
- [3] Jurík, L., Horňáková, N., & Domčeková, V. *The application of SMED method in the industrial enterprise*. Acta Logistica, 2020, 7(4), 269–281. <https://doi.org/10.22306/al.v7i4.189>
- [4] Bicheno, J., Holweg, M.: *The Essential Guide to Lean Transformation*. Piccie Books, ISBN 978-0-95412-44-58, 2008.
- [5] Wilson, L.: *How to Implement Lean Manufacturing*, McGraw-Hill Companies, Inc., 2010, ISBN 978-0-07-162507-4
- [6] Kulkarni, P. C. & Lahiri, G. *Improving SMED in the Automotive Industry: A case study*. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume 9, Issue 3, January 2020, pp. 3122–3127.
- [7] Sumasto, F., Arrofah, M. A., Pratama, I. R., Purbaningrum, S. P., Satria, A., & Rapi, A. *Application of Single Minute Exchange Die (SMED) Method to Minimize Setup Time on 350T Capacity Molding Machine*. Jurnal Inovasi Teknologi dan Rekayasa, 2025, 10(1), 33–40. <https://doi.org/10.31572/inotera.Vol10.Iss1.2025.ID422>.
- [8] Shingo, S.: *A Revolution in Manufacturing: The SMED system*. Productivity Press, 1985.
- [9] Schwahofer, G., Kosztolányi, J.: *Gyors átállítás*, KaizenPro Oktató és Tanácsadó Kft., ISBN 978-963-89620-7-2, 2012.
- [10] Ulutas, B.: *An application of SMED Methodology*, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Vol. 5, No.7, 2011

- [11] Jasrotia, M. S. *Digital SMED: Revolutionizing Setup Time Optimization using Industry 4.0*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2025, 14(1).
- [12] Rahardjo, B., Wang, F.-K., Yeh, R.-H., & Chen, Y.-P. *Lean Manufacturing in Industry 4.0: A Smart and Sustainable Manufacturing System*. Machines, 2023, 11(1), 72. <https://doi.org/10.3390/machines11010072>.
- [13] Peças, P., Faustino, M., Lopes, J., & Amaral, A. *Lean methods digitization towards lean 4.0: a case study of e-VMB and e-SMED*. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 2022, 16, 1397–1415. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00975-1>.
- [14] Fonda, E. & Meneghetti, A. *The Human-Centric SMED*. Sustainability, 2022, 14(1), 514. <https://doi.org/10.3390/su14010514>.
- [15] Mohamad, E. B., & Ito, T. (2012). *Development of a simulation-based SMED training system*. Proceedings of First International Symposium on Socially and Technically Symbiotic Systems, Okayama, Japan, August 29-31, 2012
- [16] Tamás, P. *Application of a simulation investigational method for efficiency improvement of SMED method*. Academic Journal of Manufacturing Engineering, 2017, 15(2), 23–30.
- [17] Das, T. *SMED Techniques for Rapid Setup Time Reduction in Electronics Industry*. Journal of Scientific and Engineering Research, 2024, 11(4), 257–269.
- [18] Braglia, M., Di Paco, F., & Marrazzini, L. *A new Lean tool for efficiency evaluation in SMED projects*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2023, 127, 431–446. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-11508-9>.