



## MERACÍ SYSTÉM GRINDCONTROL

## VIDIEŤ TO, ČO OSTATNÍ NEVIDIA

Moderné laboratórne aplikácie vyžadujú maximálnu kontrolu, najvyššiu reprodukovateľnosť a úplnú transparentnosť procesu. Najnovšia generácia GrindControl poskytuje riešenie, ktoré tieto požiadavky konzistentne spĺňa – je výkonné, inteligentné a intuitívne na obsluhu.

GrindControl sa používa v procesoch guľového mletia a nepretržite zaznamenáva tlak a teplotu vo vnútri mlecej nádoby. Systém sa skladá z hardvérovej meracej jednotky a špecializovaného analytického softvéru, ktorý umožňuje vizualizáciu a vyhodnocovanie kľúčových parametrov procesu, tlaku a teploty v reálnom čase.

Vďaka tomu je príprava vzoriek efektívnejšia, chráni sa materiály citlivé na teplotu a zabezpečujú sa stabilné podmienky aj v náročných aplikáciách – napríklad pri mechanochemických syntézach. GrindControl vytvára transparentnosť v procese mletia v guľových mlynoch a tvorí základ pre spoľahlivé a reprodukovateľné výsledky.



[Kliknutím zobrazíte video](#)

## PREHĽAD SYSTÉMU GRINDCONTROL

- | Presné monitorovanie teploty od -20 °C do +100 °C s rozlíšením 0,1 °C.
- | Presné meranie vnútorného tlaku nádoby od 0 do 5 bar s rozlíšením 1 mbar.
- | Ľahké zavádzanie alebo uvoľňovanie plynov prostredníctvom špeciálnych vstupných/výstupných ventilov.
- | Intuitívny softvér v reálnom čase na monitorovanie, zaznamenávanie a analýzu všetkých údajov.



## VÝHODY VĎAKA TECHNOLOGII

- | Plne samostatný systém – nie sú potrebné žiadne úpravy mlyna.
- | Modulárna konštrukcia viečka pre rýchle prepínanie medzi rôznymi materiálmi a veľkosťami nádob.
- | Súčasné monitorovanie až štyroch jednotiek GrindControl.
- | Spoľahlivý bezdrôtový prenos až do vzdialenosti 5 metrov a výdrž batérie až 80 hodín.
- | Rýchla a jednoduchá obsluha a čistenie: náradie je súčasťou balenia.

### GRINDCONTROL

## VÝHODY MERANIA TEPLOTY A TLAKU

Monitorovanie teploty a tlaku poskytuje významné výhody pre optimálne navrhovanie a riadenie procesov guľových mlynov na redukciu veľkosti častíc, prípravu vzoriek a výskumné aplikácie.

Pomáha zlepšiť:

**Kvalita:** Monitorovanie tlaku a teploty pre spoľahlivé a reprodukovateľné výsledky.

**Účinnosť:** Monitorovanie v reálnom čase umožňuje presné riadenie podmienok procesu. Parametre procesu, ako je chladenie, frekvencia, trvanie a intervaly prestávok v mletí, je možné podľa potreby upravovať.

**Bezpečnosť:** Kritické zmeny tlaku a teploty je možné zistiť v ranom štádiu, čím sa predchádza chybám v procese a bezpečnostným rizikám.

**Výskum a vývoj:** Je možné získať hlbšie poznatky o mechanochemických reakciách. Je možné analyzovať vzťah medzi výsledkami a relevantnými stavovými premennými.

Systém GrindControl je k dispozícii pre planetové guľové mlyny, oscilačné mlyny MM 500 nano/control a Emax. Obsahuje hardvér na meranie tlaku a teploty a analytický softvér.



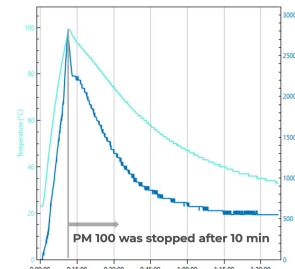
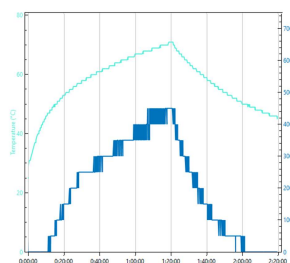
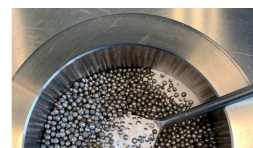
## ANALÝZA VÝVOJA TLAKU A TEPLoty POČAS MLETIA V GUĽOVOM MLYNE

GrindControl podporuje širokú škálu aplikácií a poskytuje zvýšenú bezpečnosť a presnú reguláciu teploty pre kontrolované a reprodukovateľné mletie v guľových mlynoch.

### PRÍKLAD 1: MAXIMÁLNA BEZPEČNOSŤ PRI MOKROM MLETÍ

Počas mletia v guľovom mlyne sa profily teploty a tlaku môžu vyvíjať odlišne v závislosti od úrovne naplnenia mlecej nádoby, materiálu nádoby a parametrov procesu.

Zatiaľ čo teplota a tlak počas mokrého mletia korundu v 250 ml mlecej nádobe v planetovom guľovom mlyne (ľavý diagram) stúpajú postupne, pri rovnakej rýchlosti otáčania sa v 500 ml mlecej nádobe s oceľovými guľičkami väčšieho priemeru pozoruje výrazne silnejší nárast (pravý diagram).



Neustálym monitorovaním týchto stavových

premenných pomocou GrindControl je možné proces špecificky riadiť a zvýšiť celkovú prevádzkovú bezpečnosť. Mlecie nádoby s vysokou teplotou sa smú manipulovať iba v ochranných rukaviciach. Mlecie nádoby pod tlakom sa smú otvárať iba s mimoriadnou opatrnosťou.

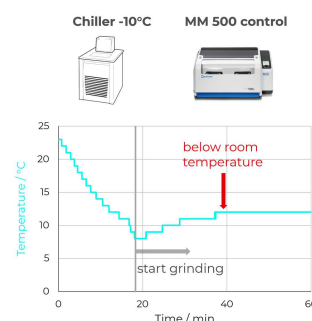
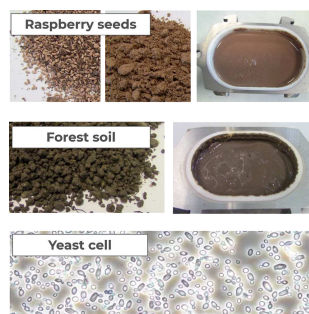
Okrem toho GrindControl umožňuje optimálny výber mlecích a pauzových časov, najmä pri dlhodobých mlecích procesoch.

## PRÍKLAD 2: JEMNÉ MLETIE TEPLOCITLIVÝCH VZORIEK V GUĽOVOM MLYNE

Pri mletí materiálov citlivých na teplotu zohráva regulácia teploty kľúčovú úlohu. Pri takýchto vzorkách sa často používa cielené chladenie alebo prestávky v mletí, aby sa citlivé látky chránili pred tepelným poškodením. To je obzvlášť výhodné pri spracovaní potravinárskych výrobkov, organických vzoriek alebo pri narušaní buniek, pretože zabráňuje strate alebo denaturácii zložiek citlivých na teplotu.

V tomto príklade je systém prevádzkovaný s mlynom MM 500 control, ktorý je pripojený k externému chladiacemu zariadeniu. Pomocou GrindControl sa nepretržite monitorujú parametre procesu vo vnútri mlecej komory. Ako je znázornené, mlecia komora je predchladená na teplotu pod 10 °C a počas celého procesu zostáva pod izbovou teplotou.

Neustále monitorovanie teploty pomocou GrindControl umožňuje presné riadenie procesu, zabezpečuje reprodukovateľné výsledky a zároveň chráni citlivé materiály.

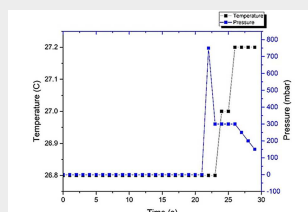


## SYSTEMATICKÁ ANALÝZA PARAMETROV OVPLYVŇUJÚCICH MECHANOCHEMICKÉ REAKCIE

Monitorovanie tlaku a teploty poskytuje cenné informácie o tom, čo sa deje vo vnútri mlecnej nádoby. GrindControl sa široko používa na skúmanie syntézy materiálov, ako je mechanické legovanie a iné mechanochemické reakcie.

### PRÍKLAD 1: MONITOROVANIE SAMOPROPAGUJÚCEJ MECHANOCHEMÁLNEJ SYNTETICKEJ REAKCIE (MSR)

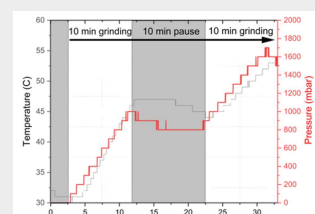
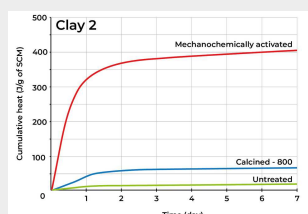
Mechanochemická syntéza bola vykonaná v zariadení MM 500 nano s použitím 125 ml nerezovej nádoby s GrindControl. Reaktanty a guľôčky s rozmermi 32 × 10 mm boli mleté pri frekvencii 20 Hz na vzduchu.



Po približne 20 sekundách mletia došlo k zapáleniu, čo viedlo k zvýšeniu tlaku na približne 730 mbar a k nárastu teploty. GrindControl presne zachytil bod zapálenia – kľúčový parameter pre túto samovoľne sa šíriacu mechanochemickú syntéznu reakciu (MSR). [8]

### PRÍKLAD 2: MECHANOCHEMICKÁ AKTIVÁCIA ÍLOV PRE „ZELENÝ CEMENT“

V rámci výskumu udržateľného cementu systém GrindControl podporuje analýzu mechanochemálnej aktivácie ílových minerálov. V tomto procese sa môže výrazne zvýšiť puzolánová reaktivita v porovnaní s neupravenými alebo kalcinovanými vzorkami (pozri obrázky vľavo). Aktivované íly slúžia ako doplnkové cementové materiály (SCM) a umožňujú zníženie emisií CO<sub>2</sub> čiastočnou náhradou slinku.



Spracovanie sa vykonáva v planetovom guľovom mlyne PM 100 pri 500 ot/min, pričom sa používa 500 ml mlecia nádoba s dvanástimi 20 mm guľami z nehrdzavejúcej ocele (pomer guľičiek k prášku 25:1). Prepojením údajov o tlaku a teplote s meraniami

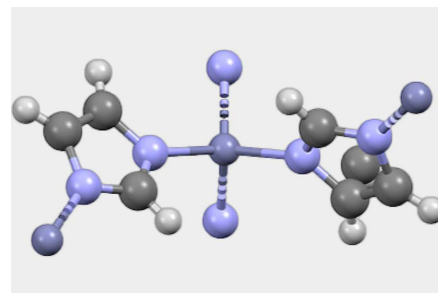
## GRINDCONTROL OBLASTI POUŽITIA



Pri spracovaní materiálov citlivých na teplotu je potrebné presne monitorovať teplotu. S GrindControl je možné spoľahlivo zabezpečiť dodržiavanie stanovených teplotných limitov.



Pri mokrom mletí môžu dlhé doby mletia a vysoká spotreba energie viesť k výraznému zvýšeniu teploty a nárastu tlaku. Systém GrindControl zvyšuje prevádzkovú bezpečnosť pri manipulácii a umožňuje optimalizáciu intervalov mletia a prestávok.



V mechanochemii sú rozhodujúce špecifické teplotné a tlakové podmienky. S GrindControl je možné tieto parametre presne monitorovať a systematicky korelovať s príslušnými výsledkami reakcie.

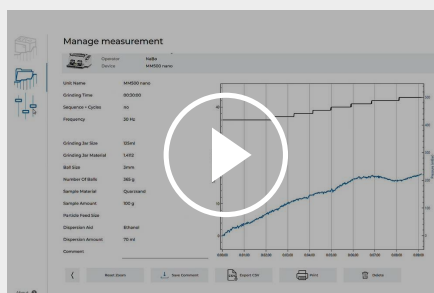
## GRINDCONTROL

# GRINDCONTROL V PRAXI

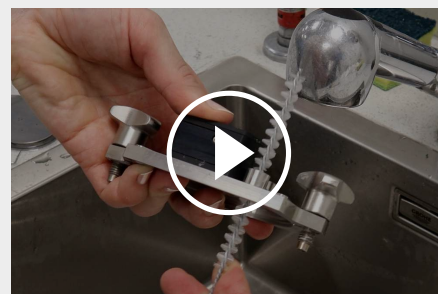
Nasledujúce videá poskytujú stručný prehľad dostupných verzií, štruktúry systému a správnych postupov čistenia.



[Kliknutím zobrazíte video](#)



[Kliknutím zobrazíte video](#)



[Kliknutím zobrazíte video](#)

## HARDVÉR

Toto video predstavuje rôzne dostupné verzie GrindControl a vysvetľuje príslušné hardvérové komponenty. Poskytuje tiež prehľad compatibility s rôznymi typmi mlynov a materiálmi.

## SOFTVÉR

Toto video ukazuje, ako používať softvér, a vysvetľuje jeho štruktúru. Jasne ilustruje aj získavanie a vizualizáciu nameraných údajov.

## ČISTENIE

Toto video ukazuje správny postup čistenia systému GrindControl po použití. Poskytuje dôležité pokyny týkajúce sa bezpečnej manipulácie a konzervácie komponentov, aby bola zabezpečená dlhodobá a spoľahlivá prevádzka.

## PRINCÍP FUNKCIE

Tlak a teplota sa prenášajú v reálnom čase prostredníctvom Bluetooth z elektroniky GrindControl do počítača. Softvér zaznamenáva päť meraní za sekundu a vytvára podrobný protokol profilov tlaku a teploty.

Senzory sú integrované do veka mlecej nádoby a



zaznamenávajú fyzikálne podmienky spôsobom, ktorý najpresnejšie odráža prostredie vnútri nádoby.

Slinuté filtre spoľahlivo chránia senzory pred kontaktom s pevným materiálom vzorky. Zároveň zabraňujú úniku materiálu z mlecej nádoby pri použití privodov plynu.

Softvér je k dispozícii zadarmo a je podporovaný od Windows 11

## GRINDCONTROL

# TECHNICKÉ ÚDAJE

|                                   |                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aplikácie</b>                  | meranie tlaku a teploty pre planetové guľové mlyny, Emax a oscilačné mlyny MM 500 nano/control                                                                                                                                |
| <b>Oblasť použitia</b>            | biológia, chémia / plasty, geológia / metalurgia, medicína / farmácia, potravinárstvo, poľnohospodárstvo, sklo / keramika, stavebné materiály, strojárstvo / elektronika, syntéza materiálov, životné prostredie / recyklácia |
| <b>Rozsahy merania</b>            | tlak plynu: 0 – 500 kPa (5 bar)<br>teplota: -20 °C – +100 °C                                                                                                                                                                  |
| <b>Suché mletie</b>               | áno                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Mletie za mokra</b>            | áno                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Kryogénne mletie</b>           | áno, min. -20 °C                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Druhy mlecích nádobiek</b>     | nádoby so skrutkovacím uzáverom (MM) a nádoby EasyFit (PM)                                                                                                                                                                    |
| <b>Materiál mlecích nástrojov</b> | tvrdená nehrdzavejúca oceľ, oxid zirkónia                                                                                                                                                                                     |
| <b>Veľkosti mlecích nádob</b>     | 125 ml (MM); 50 - 500 ml (PM)                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Prenosová frekvencia</b>       | 5 /s                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Rozhranie</b>                  |                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Elektrické napájanie</b>       | batéria (až 80 hodín prevádzky)                                                                                                                                                                                               |
| <b>Príslušenstvo</b>              | otvárací nástroj, čistiace nástroje, O-krúžok, stiahnutie softvéru, spekaný filter, (vložka do viečka nie je súčasťou balenia)                                                                                                |
| <b>Váha netto</b>                 | veko so senzorovou jednotkou<br>360 g (MM)<br>1780 g / 1140 g (PM)                                                                                                                                                            |
| <b>Normy</b>                      | CE                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Technické požiadavky</b>       | Počítač s operačným systémom Windows 11 a Bluetooth 5.0 alebo novším                                                                                                                                                          |
| <b>Softvér</b>                    | živé monitorovanie nameraných údajov, kompletný protokol o meraní, ukladateľné šablóny, zoznam vykonaných meraní, export údajov vo formáte .pdf a .csv                                                                        |

MM = Mixer Mill (oscilačný mlyn); PM = Planetary Ball Mill (planetový guľový mlyn) | GrindControl pre planetové guľové mlyny je kompatibilný len s mlecími nádobami EasyFit. Nádoby na mletie "comfort" majú iné rozmery a nie sú kompatibilné.

## REFERENCIE

[8] Reakčná schéma a realizácia experimentov: Dr. Matej Baláž, Ústav geotechniky, Slovenská akadémia vied (SAV).

[9]: Department of Architecture & Civil Engineering, Centre for Climate Adaptation & Environment Research, University of Bath

[www.retsched.com/grindcontrol](http://www.retsched.com/grindcontrol)

## OBJEDNACIE DÁTA A ŽIADOSŤ

### SYSTÉM MERANIA TLAKU A TEPLoty GRINDCONTROL PRE OSCILAČNÉ MLYNY

**vrátane senzorov a vysielacej jednotky, puzdra, pomôcky na otváranie a čistiaceho príslušenstva pre MM 500 control / nano / Emax (vločku viečka a mlecí nádobu si prosím objednajete samostatne)**

|             |                                                                                                |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22.782.0032 | GrindControl pre MM 500 control/nano/Emax mlecia nádoba 125 ml                                 |
| 03.474.0242 | Vložka do veka GrindControl pre MM 500 control/nano a Emax mlecia nádoba 125 ml, nerezová oceľ |
| 03.474.0245 | Vložka do veka GrindControl pre MM 500 control/nano a Emax mlecia nádoba 125 ml, oxid zirkónu  |

### PRÍSLUŠENSTVO PRE MM 500 CONTROL/NANO GRINDCONTROL

|             |                                                                                                                                                       |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 05.114.0122 |  O-krúžok pre 125 ml nádoby na mletie (MM 500 control/nano a Emax) |
| 22.186.0007 | Sinterovaný filter s O-krúžkom, sada 10 kusov                                                                                                         |
| 22.864.0001 |  Sada ventilov M8x1 pre GrindControl a aeračná viečka              |

### SYSTÉM MERANIA TLAKU A TEPLoty GRINDCONTROL PRE PLANETOVÉ GUĽOVÉ MLYNY

**vrátane senzorov a vysielacej jednotky, vločky veka, softvéru, kufrika, pomôcky na otváranie a čistiaceho príslušenstva pre PM (mlecie nádoby si objednajete samostatne)**

|             |                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------|
| 22.782.0033 | GrindControl pre mlecíu nádobu PM EasyFit 50 – 125 ml  |
| 22.782.0034 | GrindControl pre mlecíu nádobu PM EasyFit 250 – 500 ml |

### GRINDCONTROL LID INSERTS

|             |                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| 03.474.0243 | Vložka do viečka GrindControl pre 50, 80, 125 ml, nerezová oceľ   |
| 03.474.0246 | Vložka do viečka GrindControl pre 50, 80, 125 ml, oxid zirkónu    |
| 03.474.0244 | Vložka do viečka GrindControl pre 250 alebo 500 ml, nerezová oceľ |
| 03.474.0247 | Vložka do viečka GrindControl pre 250 alebo 500 ml, oxid zirkónu  |

## PRÍSLUŠENSTVO PRE PM GRINDCONTROL S MLECÍMI NÁDOBAMI EASYFIT

|             |                                                                                   |                                                            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 05.114.0056 |  | O-krúžok pre 50, 80 alebo 125 ml                           |
| 05.114.0054 |  | O-krúžok pre 250 ml - 500 ml nádoby na mletie EasyFit (PM) |
| 03.111.0438 |                                                                                   | Ploché tesnenie pre 50 ml, 80 ml alebo 125 ml              |
| 03.111.0439 |                                                                                   | Ploché tesnenie pre 250 ml – 500 ml                        |
| 22.186.0007 |                                                                                   | Sinterovaný filter s O-krúžkom, sada 10 kusov              |
| 22.864.0001 |  | Sada ventilov M8x1 pre GrindControl a aeračná viečka       |