

MIRROTRON

THE WORLD OF NEUTRON

NEUTRONVEZETŐ-GYÁRTÁSI FOLYAMATOK
FENNTARTHATÓSÁGI SZABÁLYOZÁSA

MIRROTRON KFT.



PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN
NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES

MIRROTRON LTD.

2025.11.28.

.....

Sánta Ramóna Johanna

cégvezető /Chief Operating Officer

.....

Ludányi Zsolt

cégvezető / Chief Operating Officer

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition: 1	Date of Issue: 2025-09-30 2/14 page
---	---	-----------------------	--

TARTALOMJEGYZÉK/TABLE OF CONTENTS

I. Alapelvek / Principles.....	3
II. A fenntarthatósági szabályozás hatálya / Scope of the Sustainability Procedure	4
III. Fenntarthatósági szempontok érvényesítése a gyártási folyamatokban / Implementation of Sustainability Principles in Manufacturing Processes	5
1. Hűtő- és kenőanyagok kiválasztása / Selection of Coolants and Lubricants.....	5
2. Energiatakarékos működés / Energy Efficient Operation.....	8
3. Alapanyag-újrahasznosítás / Recycling of Raw Materials	11
4. Hulladékkezelés / Waste Management.....	12
IV. Záró rendelkezések / Final Provisions.....	14

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition:	Date of Issue:
		1	2025-09-30
		3/14 page	

I. ALAPELVEK

A neutronvezetők – speciális réteggel bevont üvegcsatornák – gyártása technológiailag összetett, alapanyag- és energiaigényes folyamat, amely kiemelt figyelmet igényel a fenntarthatóság szempontjából. A Mirrotron Kft. elkötelezett amellett, hogy tevékenységét olyan módon szervezze és fejlessze, amely egyensúlyt teremt a magas műszaki követelmények, a környezeti felelősségvállalás és a gazdaságos működés között.

Fenntarthatósági törekvéseink középpontjában a gyártási folyamatok és a kapcsolódó berendezések működtetésének folyamatos optimalizálása áll. Ennek célja az energiafelhasználás mérséklése, a felesleges üzemidők elkerülése, valamint a költséges és korlátozottan rendelkezésre álló alapanyagok – különösen a rétegfelviteli eljárás során – hatékony felhasználása. Mérnöki tervezési gyakorlatunk és beszállítói rendszerünk lehetővé teszi az alapanyagok optimalizált méretben történő beszerzését és feldolgozását, csökkentve ezzel a megmunkálási energiaigényt és a hulladékképződést.



I. PRINCIPLES

The production of neutron guides – glass channels coated with specialized functional layers – is a technologically complex process that requires significant material and energy inputs and therefore demands particular attention from a sustainability perspective. Mirrotron Ltd. is committed to organizing and continuously developing its activities in a manner that achieves a balance between high technical performance requirements, environmental responsibility, and economically efficient operation.

At the core of our sustainability efforts is the continuous optimization of manufacturing processes and the operation of associated equipment. These efforts aim to reduce energy consumption, avoid unnecessary machine runtime, and ensure the efficient use of costly and limited raw materials, particularly in coating and layer deposition processes. Our engineering design practices and supplier network enable the procurement and processing of raw materials in optimized dimensions, thereby reducing machining-related energy demand and waste generation.

 THE WORLD OF NEUTRON	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition: 1	Date of Issue: 2025-09-30 4/14 page
---	--	---------------	---

Az üveg alapú termékek gyártása a fokozott sérülékenysége miatt további kihívásokat támaszt, ezért különös hangsúlyt fektetünk a selejtarány minimalizálására és a folyamatbiztonság növelésére. Fenntarthatósági szemléletünk a gyártási folyamaton túl kiterjed a késztermékek csomagolására és szállítására is, ahol a környezetkímélő anyaghasználatot és az ésszerű logisztikai megoldásokat részesítjük előnyben.



The production of glass-based products presents additional challenges due to their increased fragility; therefore, we place special emphasis on minimizing scrap rates and enhancing process reliability. Our sustainability approach extends beyond the manufacturing process to include the packaging and transportation of finished products, where we prioritize environmentally responsible material choices and efficient logistical solutions.

II. A FENNTARTHATÓSÁGI SZABÁLYOZÁS HATÁLYA

A szabályozás a Mirrotron Kft. neutronvezető-gyártási folyamataira vonatkozik.



II. SCOPE OF THE SUSTAINABILITY PROCEDURE

This procedure applies to Mirrotron Ltd.'s neutron guide manufacturing processes.

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition:	Date of Issue:
		1	2025-09-30
		5/14 page	

III. FENNTARTHATÓSÁGI SZEMPONTOK ÉRVÉNYESÍTÉSE A GYÁRTÁSI FOLYAMATOKBAN

1. ALAPANYAGFELHASZNÁLÁS

A neutronvezetők tervezése, a mérési adatok rögzítése, valamint a minőségbiztosítási tevékenységek során digitális technológiák alkalmazásával törekszünk a papíralapú dokumentáció folyamatos és jelentős mértékű csökkentésére. A digitális adatkezelési folyamatok teljes körű nyomon követhetőséget tesznek lehetővé, ugyanakkor mérséklük a környezeti terhelést.

A neutronvezetők gyártásának egyik meghatározó alapanyaga az üveg. A Mirrotron a hulladékképződés minimalizálása érdekében az öntött üvegalapanyagot méretre vágott táblák formájában szerzi be. Az ezt követő megmunkálási lépések során kizárólag a funkcionális és minőségi követelményekhez szükséges mértékű felületkontúrozást végzünk, amelynek eredményeként a keletkező hulladék aránya tizedszázalékos nagyságrendre korlátozódik.



III. IMPLEMENTATION OF SUSTAINABILITY PRINCIPLES IN MANUFACTURING PROCESSES

1. RAW MATERIAL USE

Throughout the design of neutron guides, the recording of measurement data, and quality assurance activities, we strive to continuously and significantly reduce the use of paper-based documentation through the application of digital technologies. Digital data management enables full traceability, while mitigating environmental impact.

One of the key raw materials in the production of neutron guides is glass. In order to minimize waste generation, Mirrotron procures cast glass raw material in the form of pre-cut panels sized to specification. During subsequent processing steps, surface contouring is carried out only to the extent required to meet functional and quality requirements, resulting in waste generation limited to a fraction of a percent.

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition: 1	Date of Issue: 2025-09-30 6/14 page
---	--	---------------	---

A sputterelési eljárás során alkalmazott nikkel és titán target alapanyagok szilárd, stabil fémek, amelyek a gyártási folyamatban nem jelentenek közvetlen környezetszennyezési kockázatot. A környezeti hatások elsősorban az alapanyagok előállításának energiaigényéből, valamint a nem megfelelő hulladékkezelésből adódhatnak, ezért kiemelt figyelmet fordítunk az anyaghatékony felhasználásra és az újrahasznosításra.

A Mirrotron Kft. üvegpolírozó üzemében a gépeknek megfelelő hűtő- és kenőanyagok kiválasztásában a természeti ártalom minimalizálására törekszünk. Korszerű, vízzel keverhető hűtő-és kenőanyagot használunk, amely 4% arányú elegyíthetőségének köszönhetően minimális mennyiségben tartalmaz ásványi olajat. A gépekhez alkalmazott anyagok (köszörűolaj) foszfát-, nitrát- és szilikátmentesek, így kedvezőbb környezeti és egészségügyi profillal rendelkeznek. Emellett kiváló tapadókéességük biztosítja a megbízható kenést a vezetőfelületeken, míg jó biostabilitásuk hozzájárul a hosszabb élettartamhoz és a kevesebb hulladék keletkezéséhez.



The nickel and titanium target materials used in the sputtering process are solid, stable metals that do not pose a direct environmental pollution risk during manufacturing. Environmental impacts are primarily associated with the energy demand of raw material production and with improper waste management; therefore, particular attention is paid to material-efficient use and recycling.

At Mirrotron Ltd.'s glass polishing facility, the selection of coolants and lubricants suitable for the machinery is guided by the objective of minimizing environmental impact. We use modern, water-miscible cooling and lubricating agents which, due to their 4% mixing ratio, contain only a minimal amount of mineral oil. The materials applied to the machines (grinding oils) are free of phosphates, nitrates, and silicates, resulting in a more favorable environmental and occupational health profile. In addition, their excellent adhesion properties ensure reliable lubrication of guide surfaces, while their good biostability contributes to longer service life and reduced waste generation.

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition:	Date of Issue:
		1	2025-09-30
		7/14 page	

A polírozás során az üveglapok rögzítésére a Mirrotron Kft. saját fejlesztésű, túlnyomórészt természetes eredetű összetevőkből álló, viaszalapú ragasztóanyagot alkalmaz.

INTÉZKEDÉSEK ÉS FELELŐS

Intézkedés megnevezése	Végrehajtásért felelős munkatárs	Dokumentáció
optimális alapanyagméret meghatározása	tervező mérnök	Tervdokumentáció
optimális hűtő- és kenőanyagok kiválasztása	üvegmegmunkáló műhelyvezető	MSDS adatlapok nyilvántartása



For securing the glass panels during polishing, Mirrotron Ltd. uses an in-house developed, wax-based adhesive composed predominantly of natural-origin ingredients.

ACTIONS AND RESPONSIBILITIES

Action	Person in charge	Documentation
defining optimized raw material dimensions	design engineer	design documentation
selection of optimized machine coolants and lubricants	head of the glass machining workshop	MSDS data sheet registry

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition: 1	Date of Issue: 2025-09-30 8/14 page
---	--	---------------	---

2. ENERGIAFELHASZNÁLÁS ÉS CO₂ LÁBNYOM

A neutronvezetők gyártási folyamata során az alapanyagok beérkezésétől a késztermék kiszállításáig négy olyan fő technológiai lépést azonosítunk, amelyek jelentős energiafelhasználással és kapcsolódó szén-dioxid-kibocsátással járhatnak.

Az első ilyen szakasz az üvegmegmunkálás, amely során az energiahatékonyság biztosítását korszerű, szoftveresen optimalizált vezérlésű berendezéseink támogatják, hozzájárulva a felesleges energiafelhasználás csökkentéséhez.

A következő energiaigényes folyamat a rétegfelvitel, amelyet sputterberendezéseink végeznek. A gyártásszervezés során tudatosan választjuk meg az alkalmazott géptípust: nagyobb mennyiségű, alacsonyabb θ -értékű rétegezési feladatok esetén nagyobb kapacitású, míg kisebb mennyiségű, magasabb θ -értékű rétegezéskor kisebb sputterberendezést alkalmazunk. A berendezések kihasználtságának maximalizálása érdekében a rétegfelvitelre váró termékeket összeütemezve dolgozzuk fel, biztosítva a teljes kapacitás melletti üzemeltetést.



2. ENERGY USE AND CO₂ FOOTPRINT

Throughout the production process of neutron guides – from the receipt of raw materials to the delivery of finished products – we identify four main technological stages that may involve significant energy consumption and associated carbon dioxide emissions.

The first such stage is glass processing, where energy efficiency is supported by modern, relatively new equipment featuring software-optimized control systems. These systems contribute to reducing unnecessary energy use.

The next energy-intensive process is layer deposition, carried out by our sputtering equipment. During production planning, the appropriate machine type is deliberately selected: our higher-capacity sputtering unit is used for larger production volumes with lower θ -values, while our smaller sputtering unit is applied for smaller volumes requiring higher θ -values. To maximize equipment utilization, products awaiting coating are processed in coordinated batches, ensuring operation at full capacity.

 THE WORLD OF NEUTRON	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition: 1	Date of Issue: 2025-09-30 9/14 page
---	--	---------------	---

A rétegfelvitelt követő, kötelező reaktoros méréseket telephelyen belül végezzük el, így a mérési tevékenységhez nem kapcsolódik további szállítási igény vagy többlet karbonlábnyom. Ezt az teszi lehetővé, hogy üvegmegmunkáló műhelyünk a budapesti kutatóreaktorral azonos kampuszon helyezkedik el.

A neutronvezetők összeszerelését, a háromdimenziós műszeres mérést, valamint a minőségellenőrzést követően a gyártási folyamat utolsó szakasza a késztermékek szállítása. Európán belül elsősorban közúti szállítást alkalmazunk, ezen belül előnyben részesítve az elektromos meghajtású tehergépjárműveket. Minden lehetséges esetben gyűjtőszállítást szervezünk, amely egyaránt hozzájárul a szállítással összefüggő szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez és a gazdaságos működéshez. Európán kívüli, különösen a Távol-Keletre irányuló szállítások esetében – a hosszabb átfutási idő ellenére – tengeri szállítást választunk, mivel ez lényegesen kisebb környezeti terheléssel jár, mint a légi áruszállítás. Logisztikai döntéseinkkel célunk, hogy tevékenységünk teljes életciklusában a lehető legalacsonyabb szén-dioxid-kibocsátást érjük el.



The mandatory reactor-based measurements following the layer deposition process are carried out on-site; therefore, no additional transportation is required and no extra carbon footprint is generated in connection with the measurement activities. This is made possible by the fact that our glass processing workshop is located on the same campus as the Budapest research reactor.

Following the assembly of the neutron guides, 3D metrology, and quality control, the final stage of the manufacturing process is the transportation of finished products. Within Europe, we primarily use road transport, with a preference for electrically powered freight vehicles. Wherever possible, we organize consolidated shipments, which contribute both to reducing transport-related carbon dioxide emissions and to more cost-efficient operations. For shipments to the Far East, we deliberately choose sea freight over air freight, even though it requires longer transit times. This decision is driven by the significantly lower environmental burden of maritime transport compared to air transport. By adopting these practices, we seek to ensure that our logistics operations are carried out with the lowest possible level of carbon emissions.

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition:	Date of Issue:
		1	2025-09-30
		10/14 page	

INTÉZKEDÉSEK ÉS FELELŐS

Intézkedés megnevezése	Végrehajtásért felelős munkatárs	Dokumentáció
üvegmegmunkálási működési hatékonyság optimalizálása	üvegmegmunkáló műhelyvezető	működtetési utasítás
karbantartás (üvegmegmunkáló gépek/sputterek)	üvegmegmunkáló műhelyvezető/ bevonatolás műhelyvezető	karbantartási naplók
sputter működési hatékonyság optimalizálása	bevonatolás műhelyvezető	működtetési utasítás
optimális szállítási mód kiválasztása és megszervezése	logisztikai munkatárs	szállítás megrendelése



ACTIONS AND RESPONSIBILITIES

Action	Person in charge	Documentation
optimization of operational efficiency in glass machining	head of the glass machining workshop	operating instructions
maintenance (glass machining equipment/sputters)	head of the glass machining workshop/ head of the multilayer facility	maintenance logs
optimization of operational efficiency – sputters	head of the multilayer facility	operating instructions
selection of optimized transportation option	logistic specialist	transportation order

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition:	Date of Issue:
		1	2025-09-30
		11/14 page	

3. CSOMAGOLÁS

A neutronvezetők üvegalapanyagukból adódóan fokozottan sérülékeny termékek, ezért csomagolásuk és szállításuk kizárólag megfelelő körülményekkel, valamint az adott felhasználási célhoz illeszkedő csomagolóanyagok alkalmazásával valósítható meg. A Mirrotron Kft. kiemelt figyelmet fordít arra, hogy a csomagolási megoldások a termékbiztonság biztosítása mellett a fenntarthatósági és körforgásos gazdasági elveknek is megfeleljenek.

A csomagolóanyagok kiválasztása és felhasználása során elsődleges szempont a többszöri felhasználás lehetősége. Az alapanyag-beszerzéshez kapcsolódóan beérkező csomagolóanyagokat nem hulladékként kezeljük, hanem rendszerezetten eltároljuk és a gyártási, illetve csomagolási folyamatok során újra felhasználjuk.

A megmunkált üveglapokat újrahasznosított papíralapú csomagolóanyagba csomagoljuk, amelyet több cikluson keresztül ismételten felhasználunk. A késztermékek szállításához lebomló anyagokból készült faládákat alkalmazunk, amelyeket mérnökeink a szállítandó termékek sajátosságaihoz igazodva, egyedileg terveznek.



3. PACKAGING

Due to their glass-based construction, neutron guides are highly fragile products; therefore, their packaging and transportation require careful handling and the use of packaging materials specifically adapted to their intended application. Mirrotron Ltd. places particular emphasis on ensuring that packaging solutions not only provide product safety but also comply with sustainability and circular economy principles.

In the selection and use of packaging materials, the possibility of multiple reuses is of primary consideration. Packaging materials received as part of raw material procurement are not treated as waste; instead, they are systematically stored and reused during manufacturing and packaging processes.

The processed glass panels are wrapped in recycled paper-based packaging materials, which are reused repeatedly over multiple cycles. For the transportation of finished products, we use biodegradable wooden crates made, which are individually designed by our engineers to match the specific characteristics of the products being shipped.

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition:	Date of Issue:
		1	2025-09-30
		12/14 page	

Vevőinkkel Európán belül olyan megállapodást kötünk, amely biztosítja, hogy a szállítás során használt faládákat visszaküldik számunkra. Ezt a fordított logisztikai folyamatot a visszafelé tartó kamionok biztosítják, így nem igényel külön szállítást. A visszaérkezett faládákat újra felhasználjuk, vagy igény szerint méretre alakítjuk, ezzel is csökkentve a hulladéktermelést és hozzájárulva a körforgásos gazdaság működéséhez.

INTÉZKEDÉSEK ÉS FELELŐS

Intézkedés megnevezése	Végrehajtásért felelős munkatárs	Dokumentáció
optimális csomagolóanyag kiválasztása	neutronvezető gyártásvezető	raktárnyilvántartás
vevőkkel kötött megállapodás a csomagolóanyag visszaküldéséről	értékesítési vezető	értékesítési dokumentáció
fordított logisztika megszervezése	logisztikai munkatárs	szállítás megrendelése



Within Europe, we establish agreements with our customers to ensure that the wooden crates are returned to us. This reverse logistics process is carried out by trucks on their return journeys, requiring no additional transport. The returned crates are then reused or transformed as needed, thereby reducing waste generation and contributing to the functioning of a circular economy.

ACTIONS AND RESPONSIBILITIES

Action	Person in charge	Documentation
selection of optimized packaging material	head of the neutron guide manufacturing	inventory log
contractual agreement with customers on returning crates	head of sales	sales documentation
organizing reverse logistics	logistic specialist	transportation order

	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition:	Date of Issue:
		1	2025-09-30
			13/14 page

4. HULLADÉKKEZELÉS

A titán targetekből visszamaradó anyagokat más alkatrészek gyártásához alapanyagként elkülönítve tároljuk, és ahol műszakilag lehetséges, újrahasznosítjuk a termelési folyamatokban. Az üvegmegmunkálás folyamán keletkező por állagú, emulzióval szennyezett hulladék további gyártáshoz alapanyagként nem használható fel, eltávolítása szigorú jogszabályi előírások betartása mellett lehetséges. Cégünk a keletkezett hulladékokat engedéllyel rendelkező, minősített hulladékgazdálkodó partnerrel szállíttatja el és kezelteti.

INTÉZKEDÉSEK ÉS FELELŐS

Intézkedés megnevezése	Végrehajtásért felelős munkatárs	Dokumentáció
hulladékanyag átadása hulladékkezelő cég számára (üvegmegmunkálás/sputterek)	üvegmegmunkáló műhely vezetője/ bevonatolás műhelyvezető	átadás-átvételi jegyzőkönyv



4. WASTE MANAGEMENT

The residual materials from titanium targets are stored separately for use as raw material in the production of other components, and are reused in manufacturing processes wherever technically feasible. The dust-like waste generated during glass processing, contaminated with emulsion, cannot be reused as a raw material for further manufacturing. Its removal and disposal are carried out in compliance with strict regulatory requirements. Our company ensures that all generated waste is transported and treated by a licensed and certified waste management partner.

ACTIONS AND RESPONSIBILITIES

Action	Person in charge	Documentation
handover of waste materials to the waste management company (glass machining/sputters)	head of the glass machining workshop/ head of the multilayer facility	transfer certificate

 THE WORLD OF NEUTRON	PROCEDURE FOR ENSURING SUSTAINABILITY IN NEUTRON GUIDE MANUFACTURING PROCESSES	Edition: 1	Date of Issue: 2025-09-30 14/14 page
---	--	---------------	--

IV. ZÁRÓ RENDELKEZÉSEK

Jelen fenntarthatósági szabályozás a kiállítás keltétől visszavonásig érvényes.



IV. FINAL PROVISIONS

This sustainability procedure remains in effect from the date of issuance until withdrawal.