



75 jaar
wetenschap
en innovatie
aan de
frontlinie



TNO innovation
for life



**75 years of
science and
innovation
at the
front line**

75 years of defence research

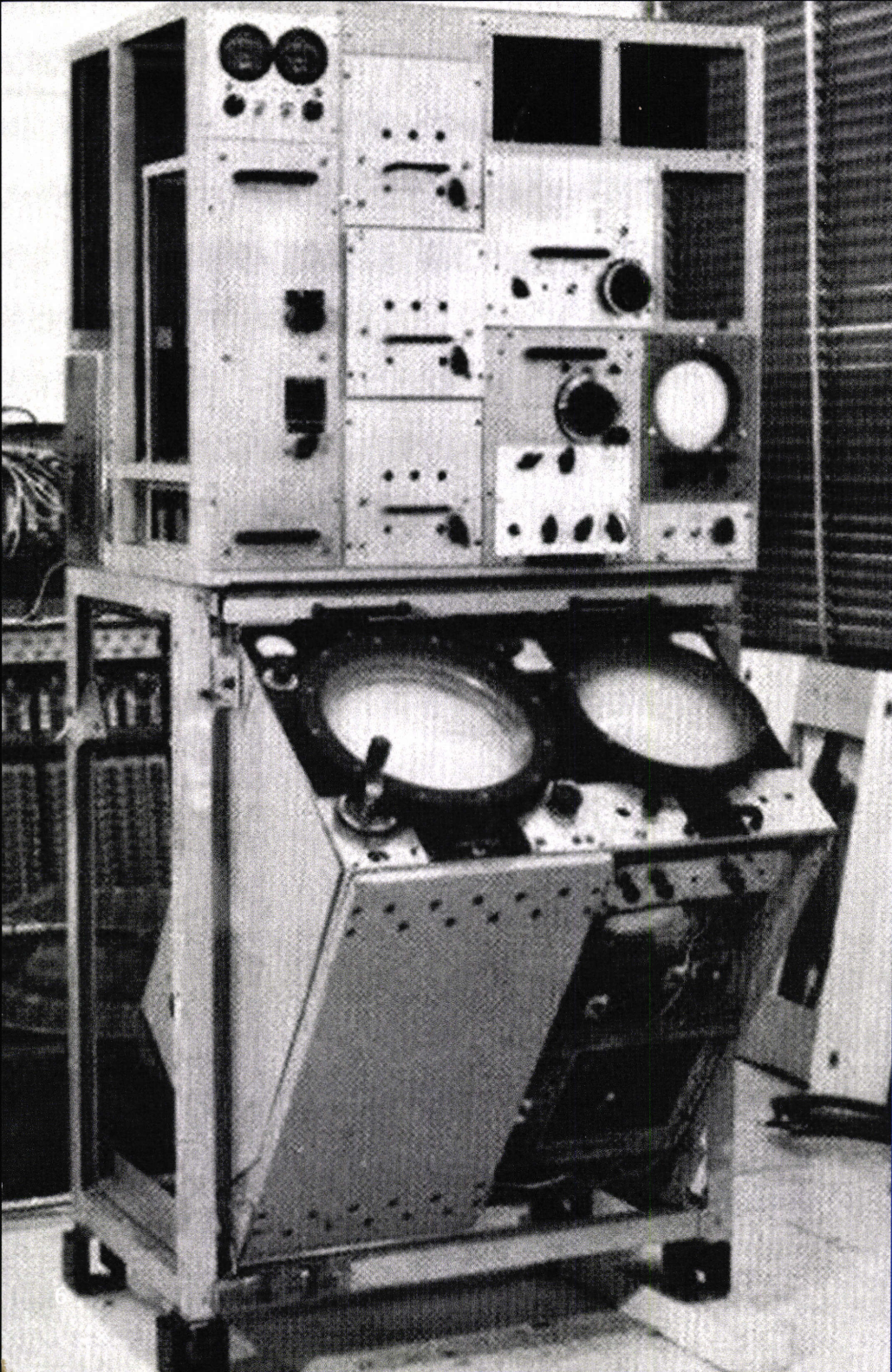
In 1947, TNO was given the statutory task by the Dutch Ministry of War to conduct research for the purpose of national defence. In those post-war times, the Netherlands had to develop into an actor of military consequence and worthy ally as quickly as possible. Maintaining that status thereafter would be essential.

A country able to defend itself is not easily taken by surprise, but the front line of science continues to shift. Our field of work has been in motion for 75 years. Therefore, it is our duty to stay ahead of change. Which is why we look ahead, again and again. We consider every possibility, necessity and opportunity. With vigilance and foresight.

The ongoing change that pushes our defence research is depicted in this book. A selection of photographs from the past 75 years will show you how far boundaries have been pushed since the Second World War – how fast the front line of science and innovation has shifted.

Yet, this overview especially shows what has remained unchanged. How, for many years now, knowledge and technology have made a difference in conflict situations. And how a military actor and worthy ally keeps reinventing itself, thanks to a unique alliance between security professionals and scientists.

This alliance remains dear to us. For 75 years we have been watchful and progressive, together. With science and innovation at the front line.



01 Op zoek naar onderzeeërs

In 1950 ontwikkelt TNO een prototype van de door de Koninklijke Marine in gebruik genomen actieve sonar, bedoeld om vijandige onderzeeërs op te sporen. Deze zogenaamde zoeklicht-sonar kon een geluid in één richting uitzenden en uit de echo opmaken wat het tegenkwam. Moderne sonarsystemen detecteren voortdurend en in alle richtingen.

Searching for submarines

In 1950, TNO develops a prototype of the active sonar used by the navy, aimed at finding enemy submarines. This so-called searchlight sonar was capable of emitting an acoustic signal in one direction, determining what lay ahead based on the echo. Modern sonar systems can detect continuously and in all directions.



The searching submarine

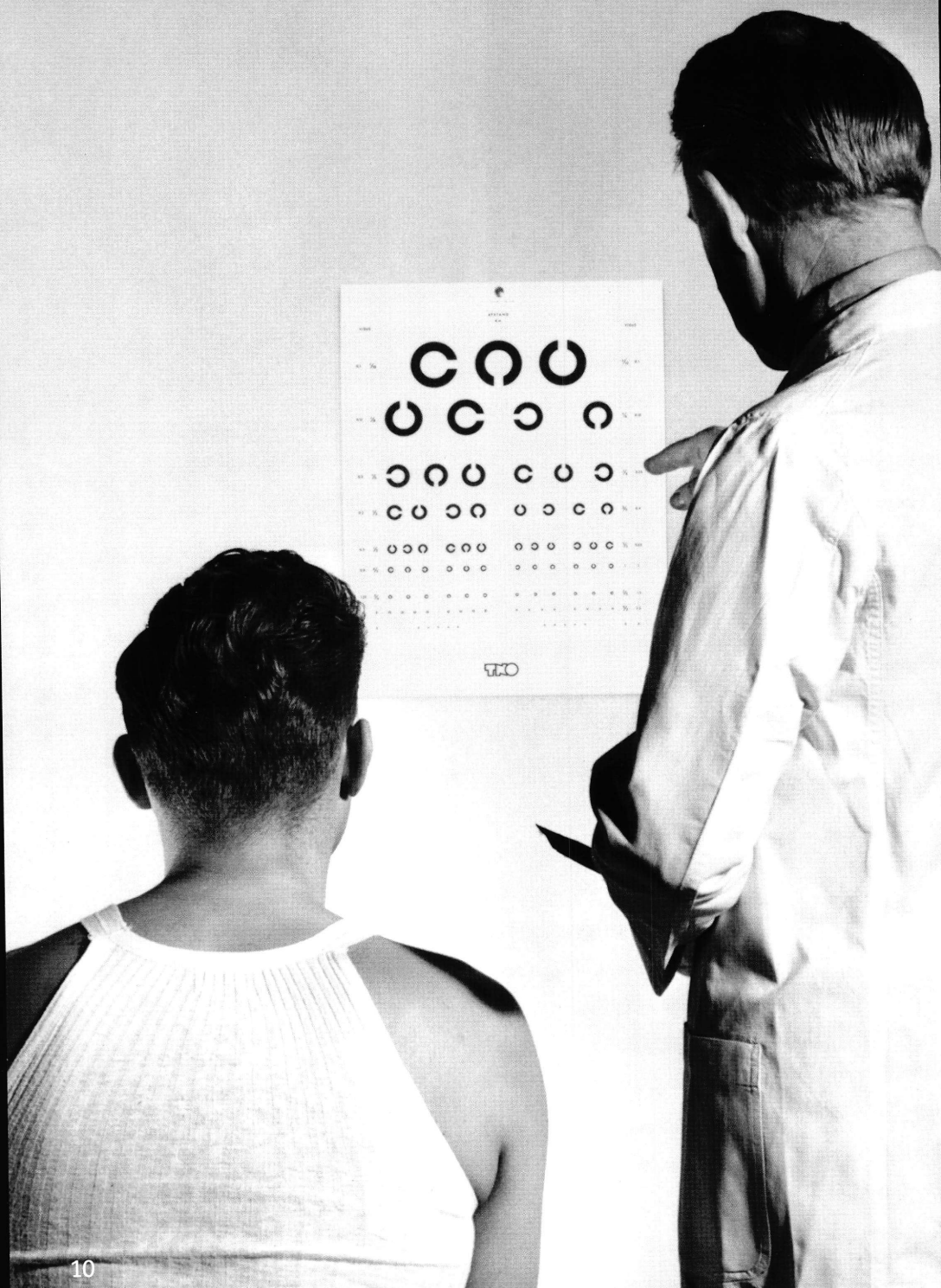
At the TNO research location at the Oude Waalsdorperweg, a 'Light Autonomous Underwater Vehicle' (LAUV) is deployed in a basin. This self-steering unmanned underwater vehicle can be used, for instance, for the detection of objects on the seabed, such as World War Two mines. Since the LAUV can operate fully autonomously and excels in underwater communications, this innovation is predicted to have a great future in the defense domain.



01

Zelf-zoekende onderwater- voertuigen

In het bassin bij TNO aan de Oude Waalsdorperweg wordt een 'Light Autonomous Underwater Vehicle' (LAUV) te water gelaten. Dit zelfsturende onbemande onderwatervoertuig wordt bijvoorbeeld gebruikt voor de detectie van objecten op de zeebodem, zoals zeemijnen uit de Tweede Wereldoorlog. Doordat de LAUV autonoom kan opereren en uitblinkt in communicatie onder water, wordt voor deze innovatie een belangrijke rol in het defensiedomein van de toekomst voorzien.



02

Blikvanger

De Landolt-C gezichtsscherptekaart, door TNO ontwikkeld voor militaire keuringen, wordt wereldwijd nog steeds bij oogmetingen toegepast. Het design uit 1969 is iconisch geworden.

Eye-catcher

The Landolt C visual acuity chart, developed by TNO for military examinations, is still used in eye tests worldwide. Its 1969 design has become iconic.

02

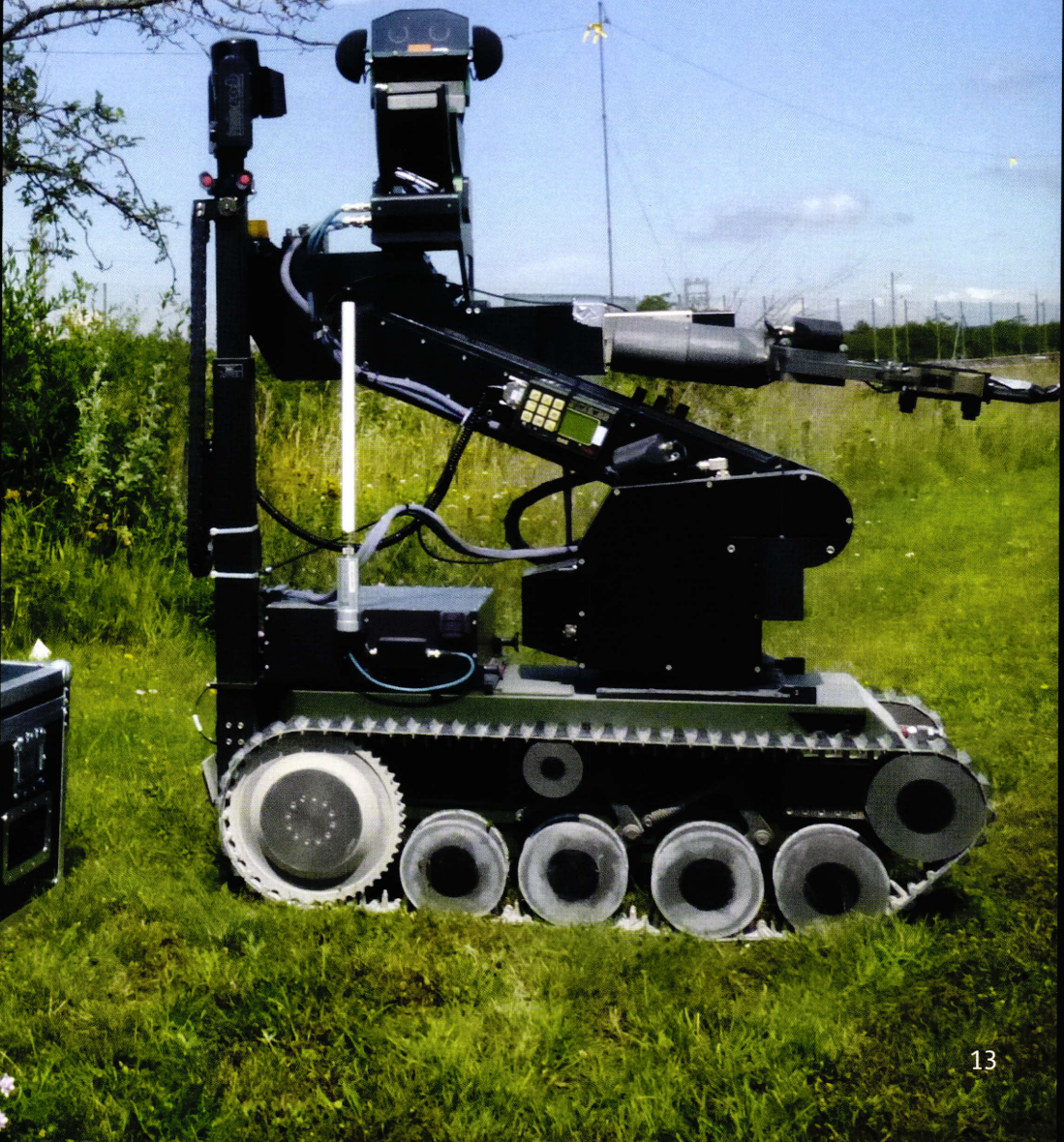
Blikvolger

Om op veilige afstand in een verdacht pakketje te kijken of zelfs een bom te ontmantelen, zet de Explosieven Opruimingsdienst steeds vaker robots in. Voor optimale veiligheid en controle over de situatie moeten robot-operators alle details van de omgeving van de robot en het pakketje kennen. TNO onderzoekt en ontwikkelt technologieën die de operator het gevoel geven dat hij zelf ter plaatse is en zo natuurlijk mogelijk rond kan kijken, luisteren en zelfs iets beet kan pakken.



Remote eyes

Inspecting a suspect package or even dismantling a bomb from a safe distance, bomb squads increasingly deploy robots. For optimal safety and control over the situation, robot operators need to know all the details of the robot's environment. TNO researches and develops technologies that give the operator the feeling that he himself is on location and can look around, listen and even grab something, as naturally as possible.



03

Infrarood- camera

In 1961 vervaardigt TNO één van de eerste infraroodcamera's ter wereld met fotonvoltaïsche cellen. Dankzij een zelf ontwikkelde indium antimonide-sensor, optica en elektronica, wordt beeldregistratie op basis van warmte voor het eerst mogelijk.

Infrared camera

In 1961, TNO produced one of the first infrared cameras with photovoltaic cells worldwide.

Due to optics and electronics and an indium antimony sensor developed in-house, heat-based image recording becomes possible for the very first time.







Infrared rocket

The Stinger is a portable surface-to-air missile. The infrared-guided head can independently track a target after firing. For many years, TNO has been involved in the lifespan monitoring of Stinger systems within NATO. This has resulted in significant cost savings for the users of the systems, including the Dutch Ministry of Defence.



03

Infraroodraket

De Stinger is een draagbare luchtdoelraket. De infrarood-geleide kop kan zelfstandig een doel volgen na afvuren. TNO is jarenlang betrokken geweest bij de levensduurbewaking van Stinger-systemen binnen de NAVO. Dat heeft geleid tot een belangrijke kostenbesparing voor de gebruikers van de systemen, waaronder het Nederlandse Ministerie van Defensie.



04 Houten duikboot

In 1981 bouwt TNO een onderzeeboot van de walrusklasse op ware grootte na om de ergonomie en de ruimte-indeling te optimaliseren. De constructie van de mock-up brengt ook fouten in het technische ontwerp aan het licht.



Wooden submarine

In 1981, TNO builds a full-scale wooden replica of a walrus-class submarine in order to optimise ergonomics and layout. The construction of the mock-up also reveals errors in the technical design.



Virtual bridge of a ship

To design a new bridge that suits all needs, a virtual mock-up is built which can be accessed through virtual reality goggles. With this immersive technology participants can see each other as avatars and interact in the virtual world.

04

Virtuele scheepsbrug

Om een nieuwe scheepsbrug te ontwerpen die passend is bij de bedrijfsvoering, wordt die virtueel nagebouwd en toegankelijk gemaakt met behulp van virtual reality-brillen. Met deze 'immersive technology' kunnen deelnemers elkaar zien als avatar en interacteren in de virtuele wereld.



05

Grote oren

Het bereik van deze akoestische luistertoestellen uit 1935 was zo'n 3500 meter. In die tijd hadden bommenwerpers nog een kruissnelheid van 225 kilometer per uur. Met de grote oren kon men een vliegtuig waarnemen op een plaats waar die een aantal seconden eerder was geweest. De uitvinding werd al snel ingehaald door de techniek. Radartechnologie bleek in alle opzichten beter opgewassen tegen de steeds snellere vliegtuigen.

Big ears

The scope of these acoustic listening devices, which date back to 1935, was approximately 3,500 metres. In those days, bombers flew at a cruising speed of 225 kilometres per hour. By means of the big ears one could detect an aircraft seconds after it had passed. This invention, however, was soon surpassed by radar technology, which proved a much better way to monitor every aspect of ever-faster aircrafts.



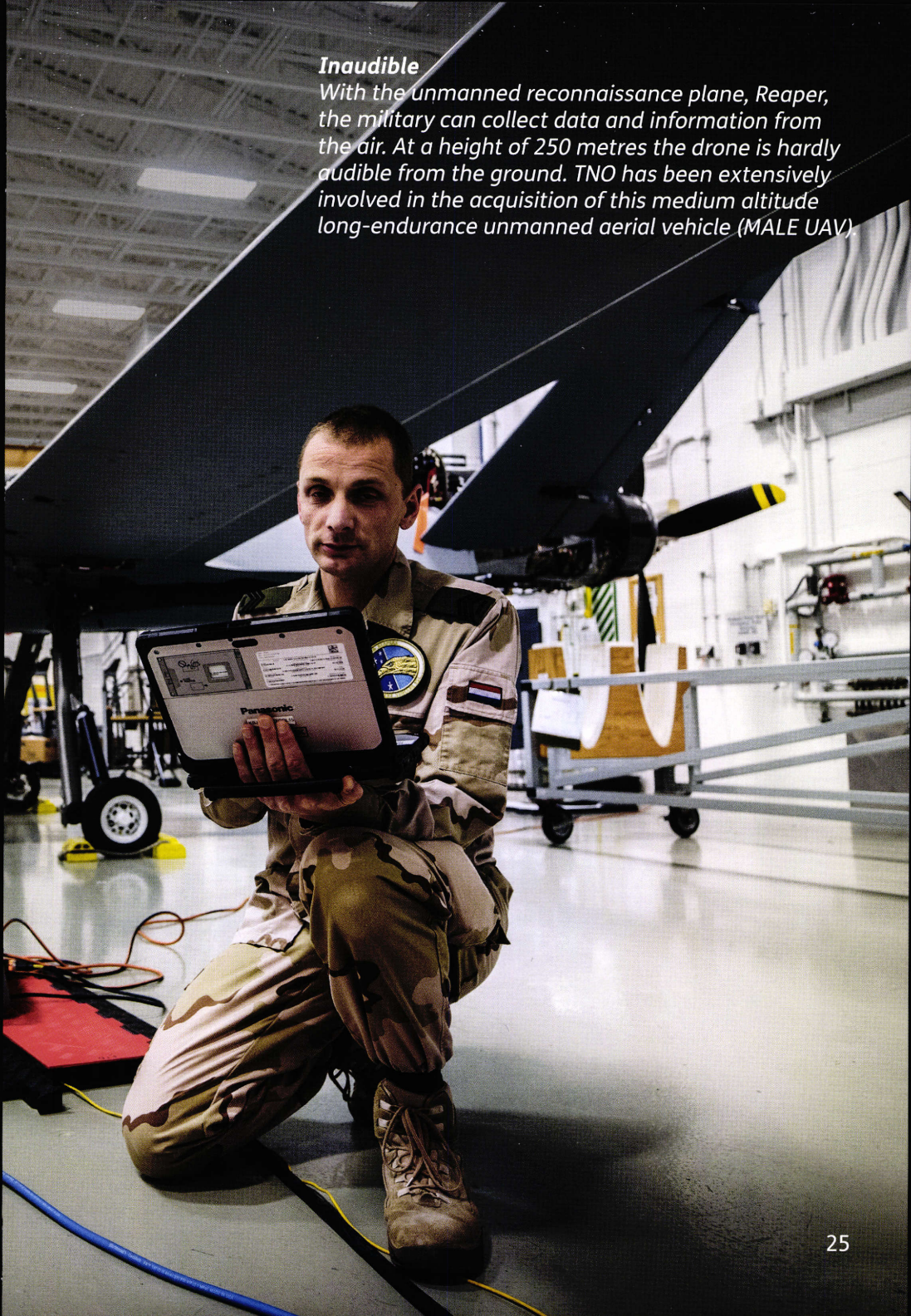
05 Niet te horen

Met het onbemande verkenningsvliegtuig 'Reaper' kan Defensie vanuit de lucht data en informatie verzamelen. Op 250 meter hoogte is de drone nauwelijks nog te horen op de grond. TNO is intensief betrokken geweest bij de verwerving van deze 'medium altitude long endurance unmanned aerial vehicle' (MALE UAV).



Inaudible

With the unmanned reconnaissance plane, Reaper, the military can collect data and information from the air. At a height of 250 metres the drone is hardly audible from the ground. TNO has been extensively involved in the acquisition of this medium altitude long-endurance unmanned aerial vehicle (MALE UAV).







06

Vroege virtual reality

Al in 1994 kon in een virtuele 3D-wereld worden getraind. In het kader van zijn opleiding bij de Koninklijke Landmacht op het Instituut Defensie Leergangen (IDL), bracht Z.K.H. Prins Willem-Alexander in dat jaar een bezoek aan het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO. Daar werd de Prins uitgenodigd om een gesimuleerde M47 Dragon (anti-tankbrisantgranaatraket) ter hand te nemen.

Early virtual reality

As early as 1994, it was possible to train in a virtual 3D world. As part of his training with the Royal Netherlands Army at the Netherlands Defence College, His Royal Highness Prince Willem-Alexander visited the TNO Physics and Electronics Laboratory in 1994. The prince was invited to train with a simulated WSS Dragon M47, an antitank weapon.



06 | Recente mixed-reality

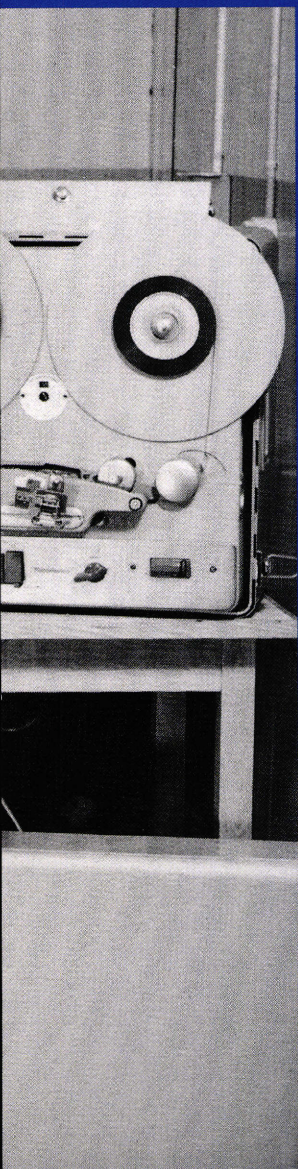
In het Mixed-Reality Lab van TNO vervagen de grenzen tussen fysiek en virtueel. Zo is het mogelijk om met een mortier 60mm in je handen te oefenen in een realistische virtuele 3D-wereld. De innovatieve Mixed Reality techniek plaatst je in een virtuele omgeving waarin je jezelf, je collega en de mortier in het echt blijft zien. Je bedient de mortier op een natuurlijke manier, maar je schiet op virtuele doelen. Zo overbruggt Defensie het gat tussen theorie en praktijk.



Recent mixed reality

In TNO's Mixed Reality Lab boundaries blur between physical and virtual. Here you can practice with a 60mm mortar in your hands in a game-like environment. Chromakey technology immerses you in a virtual world where you can still see yourself, your colleague and the mortar you are holding. You control the mortar like you would in reality, but shoot at virtual targets. In this way, the simulator bridges the gap for the military between theory and practice.





07 Eerste signalen

Met behulp van elektroden op de hoofdhuid kunnen sinds het begin van de vorige eeuw hersensignalen worden opgevangen. Toen TNO begon met dit zogenaamde EEG-onderzoek, stond de techniek nog in de kinderschoenen en was de werking van de hersenen een groot mysterie. De eerste experimenten richtten zich op de samenhang tussen menselijke waarneming en hersenactiviteit.

First signals

Since the beginning of the last century, electrodes on the scalp have proved a means to monitor brain signals. When TNO initiated this so-called EEG examination, the technology was still in its infancy and the workings of the brain were still a major mystery. The first experiments focussed on the relationship between human observation and brain activity.

07

Laatste ontwikkelingen

In de loop der jaren slaagden onderzoekers er steeds beter in om hersensignalen te herkennen en te duiden. Daarom kan EEG inmiddels steeds gericht ingezet worden. Bij onderzoek naar aandacht of stress bijvoorbeeld. Maar, de hersensignalen van de één, zijn niet hetzelfde als die van een ander. EEG-onderzoek leidt tot groter inzicht in de complexiteit van onze hersenen én tot nieuwe vragen en uitdagingen voor onderzoekers.

Latest developments

Over the years, researchers managed to identify and interpret the signals of the brain better and better. As a result, EEG can now be used in a much more targeted way, for instance, in research on focus or stress. But brain signals differ from person to person. EEG leads to greater understanding of our brain's complexity, as well as new questions and challenges for researchers.





08 Ongelooflijke onderschepping

De eerste satellietbeelden van de aarde werden op 31 augustus 1964 door TNO gepubliceerd. Onderzoekers wisten signalen van de Amerikaanse weersatelliet NIMBUS 1 op te vangen met een Würzburg-Riese antenne en die om te zetten in foto's. Er was veel publiciteit voor deze primeur, maar na publicatie moesten Defensie en TNO ook afrekenen met het hardnekkige gerucht dat de beelden gelekte staatsgeheimen zouden zijn.

Unlikely interception

The first satellite images of the earth were published by TNO on 31 August 1964. Researchers managed to intercept signals from the American weather satellite NIMBUS 1 with a Würzburg-Riese antenna and convert them into photographs. The scoop generated a lot of publicity, but after the publication the military and TNO had to deal with the persistent rumour that the images were leaked state secrets.







08

Onder- schepping onmogelijk

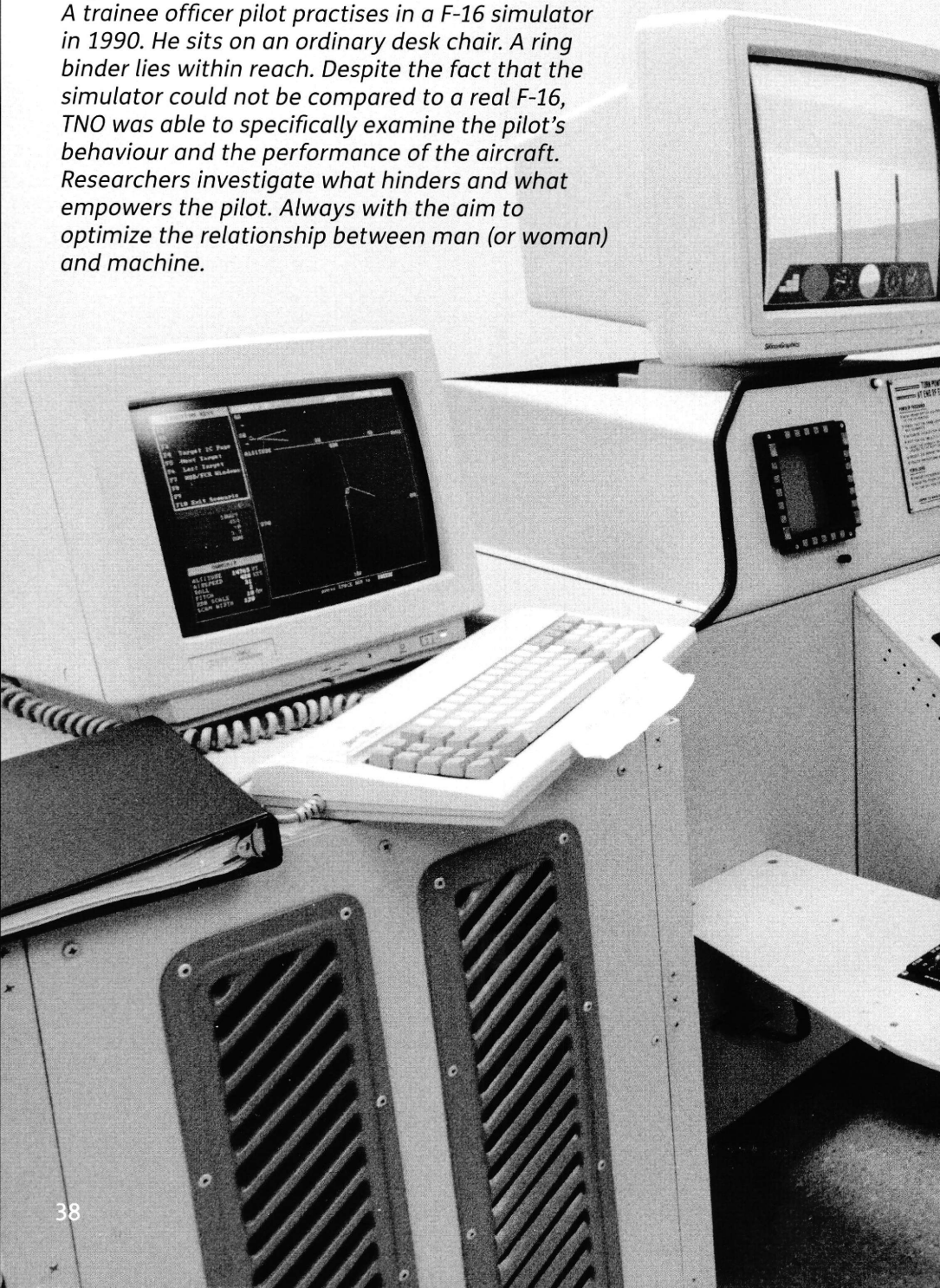
Waar lasercommunicatie tot voor kort alleen goed werkte in de ruimte, maakt TNO het grootschalig gebruik ervan nu ook op aarde mogelijk. Daarvoor is veel kennis nodig van licht en lucht, want lichtstralen buigen voortdurend af door atmosferische processen. Binnen afzienbare tijd wordt lasercommunicatie tussen satellieten en grondstations op aarde werkelijkheid, mede dankzij innovaties van TNO. Dan kunnen grote hoeveelheden data worden verstuurd op een manier die onderschepping volstrekt onmogelijk maakt.

Interception impossible

Whereas until recently laser communication only worked properly in space, TNO now enables its large-scale application on earth. This requires immense knowledge of light and air, since rays of light are constantly deflected by atmospheric processes. In the near future, laser communication between satellites and ground stations on Earth will become a reality, partly thanks to innovations by TNO. Then, we will be able to transmit large amounts of data in a secure way with no possible risk of interception whatsoever.

Flight simulator F-16

A trainee officer pilot practises in a F-16 simulator in 1990. He sits on an ordinary desk chair. A ring binder lies within reach. Despite the fact that the simulator could not be compared to a real F-16, TNO was able to specifically examine the pilot's behaviour and the performance of the aircraft. Researchers investigate what hinders and what empowers the pilot. Always with the aim to optimize the relationship between man (or woman) and machine.





09

Vliegsimulator F-16

Een aspirant officier-vlieger traint in 1990 met een F16-simulator. Hij zit op een gewone bureaustoel. Even verderop ligt een multomap. Ondanks dat de simulator niet te vergelijken was met een echte F-16, kon TNO heel gericht onderzoek doen naar het gedrag van de piloot en de prestatie van de straaljager. Onderzoekers kijken naar wat de vlieger belemmert en wat hem of haar helpt. Het optimaliseren van de relatie tussen mens en machine is het doel.

Flight simulator F-35

TNO advised the Ministry of Defence concerning the purchase of the F-35 fighter jet. Once put into use, the aircraft is further optimised by means of this simulator. One of the main research areas is the interaction between pilot and the vast amount of information in the F-35. What is the most effective way to offer information? Optimizing the relationship between man (or woman) and machine is still the objective.





09 Vliegsimulator F-35

TNO adviseerde het Ministerie van Defensie rondom de aanschaf van de F-35 straaljager. Nu die in gebruik genomen is, wordt het toestel verder geoptimaliseerd met behulp van deze simulator. Eén van de belangrijke onderzoeksgebieden is de interactie tussen de vlieger en de enorme hoeveelheid informatie in de F-35. Hoe bied je de informatie zo effectief mogelijk aan? Het optimaliseren van de relatie tussen mens en machine is daarbij nog steeds het doel.



10 | Laboratorium voor gifgas

Voor het veilig bestuderen van de werking van gifgas bouwde TNO in 1954 een zogenaamde dynamische gaskamer. Daarin werd een gasatmosfeer gecreëerd waarin de gewenste constante concentraties van het te onderzoeken gas konden worden bewerkstelligd.

Laboratory for poison gas

In 1954, in order to safely study the effects of poison gas TNO built a so-called dynamic gas chamber. In this chamber an atmosphere could be created containing any constant level of gas one wished to research.

10

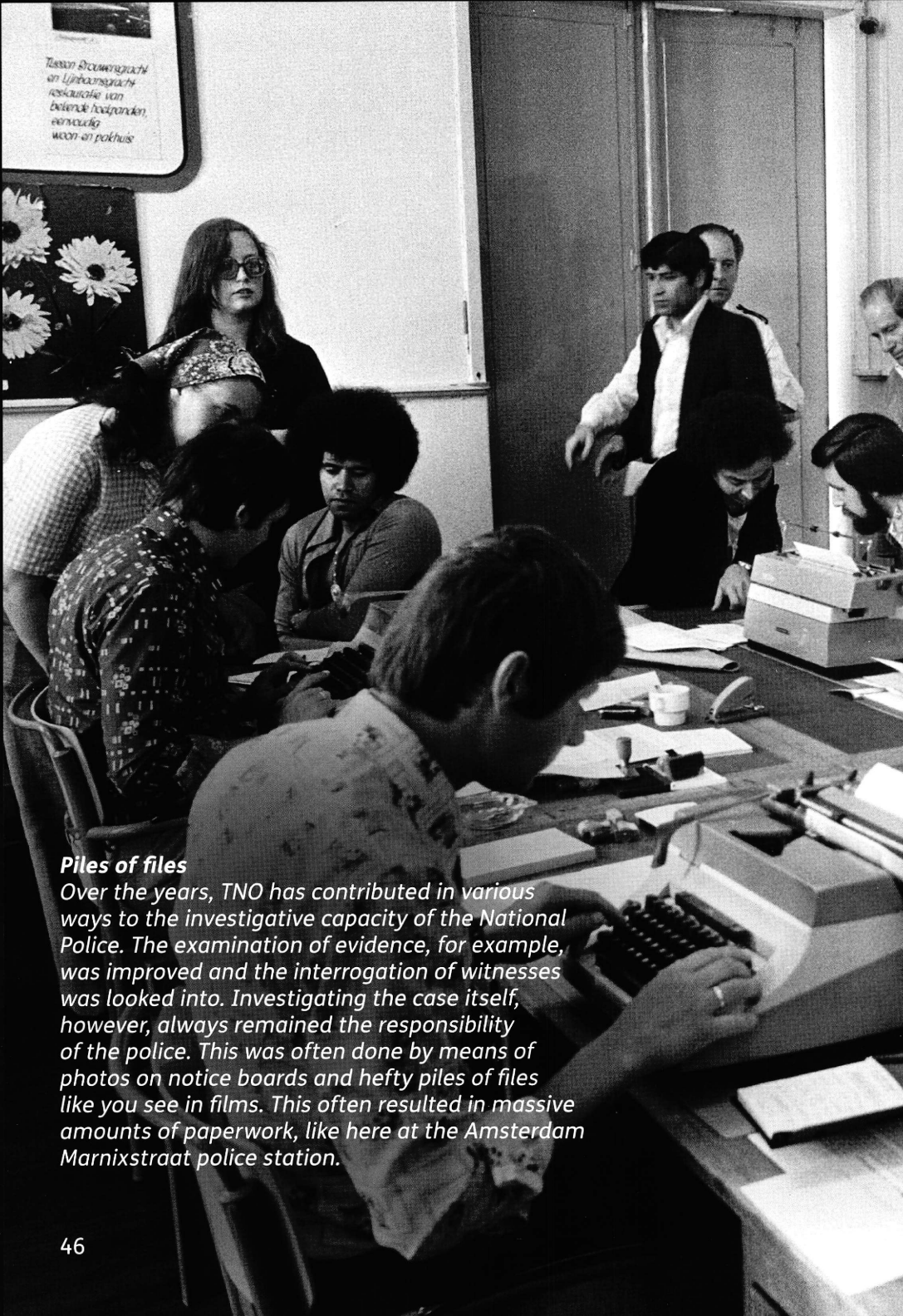
Laboratorium naar gifgas

Niet gehinderd door kwetsbare longen kan deze robothond poolshoogte nemen bij eventuele gaslekken, zodat mensen op afstand kunnen blijven. De robot is uitgerust met camera's en met sensoren die gasmetingen mogelijk maken. Het is bijna een laboratorium op pootjes.

Laboratory sniffing out poison gas

Not hampered by vulnerable lungs, this robot dog can investigate possible gas leaks so humans can remain at a distance. The robot is equipped with cameras and sensors enabling gas analyses: you could almost say it is a walking laboratory.

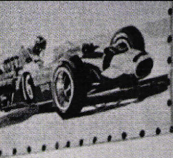




Tussen Brouwerij
en Lijnbaansgracht
Kasarchie van
Bekende Hoofden
eenvoudig
woon in politiek

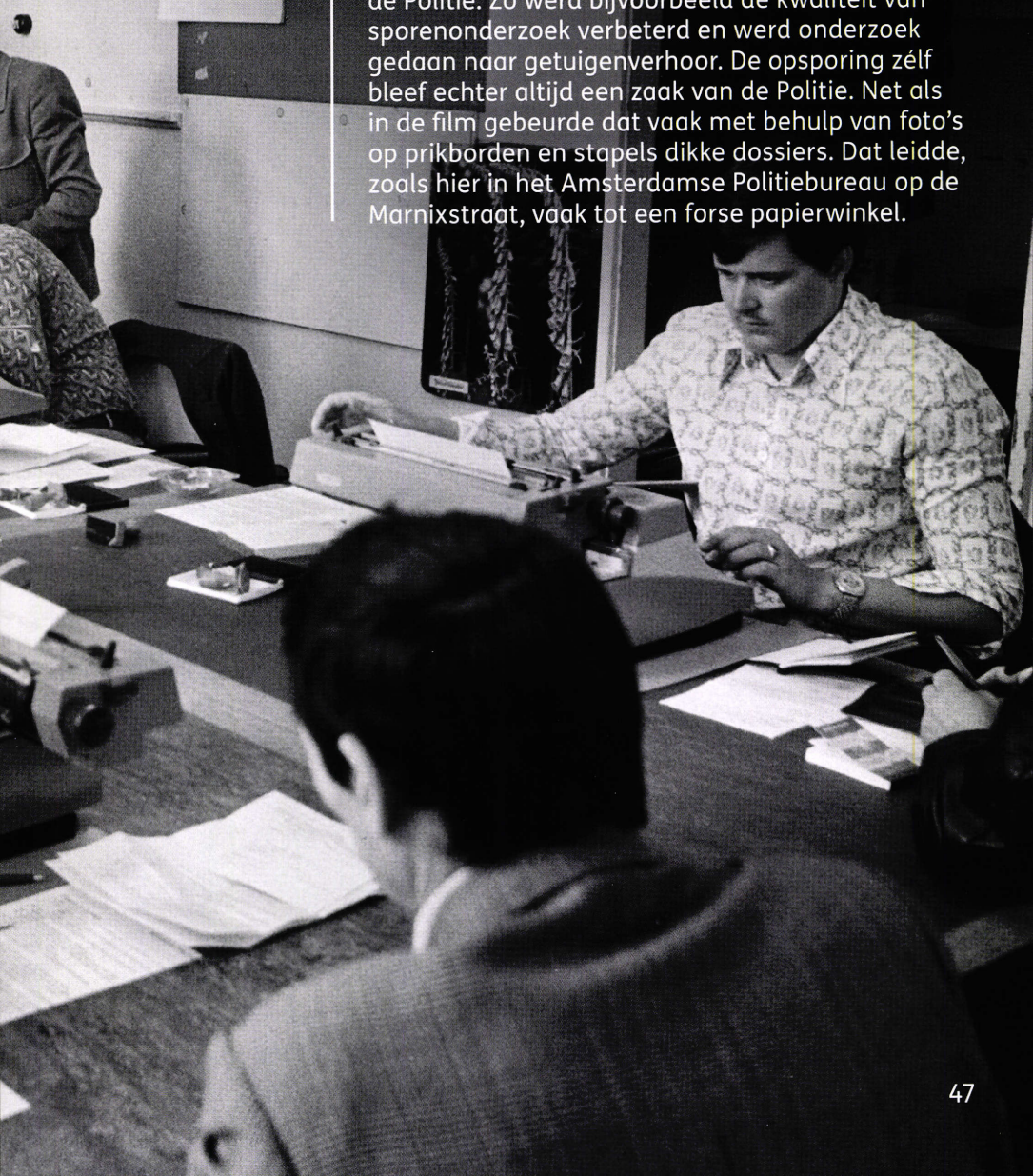
Piles of files

Over the years, TNO has contributed in various ways to the investigative capacity of the National Police. The examination of evidence, for example, was improved and the interrogation of witnesses was looked into. Investigating the case itself, however, always remained the responsibility of the police. This was often done by means of photos on notice boards and hefty piles of files like you see in films. This often resulted in massive amounts of paperwork, like here at the Amsterdam Marnixstraat police station.



11 Dikke stapels dossiers

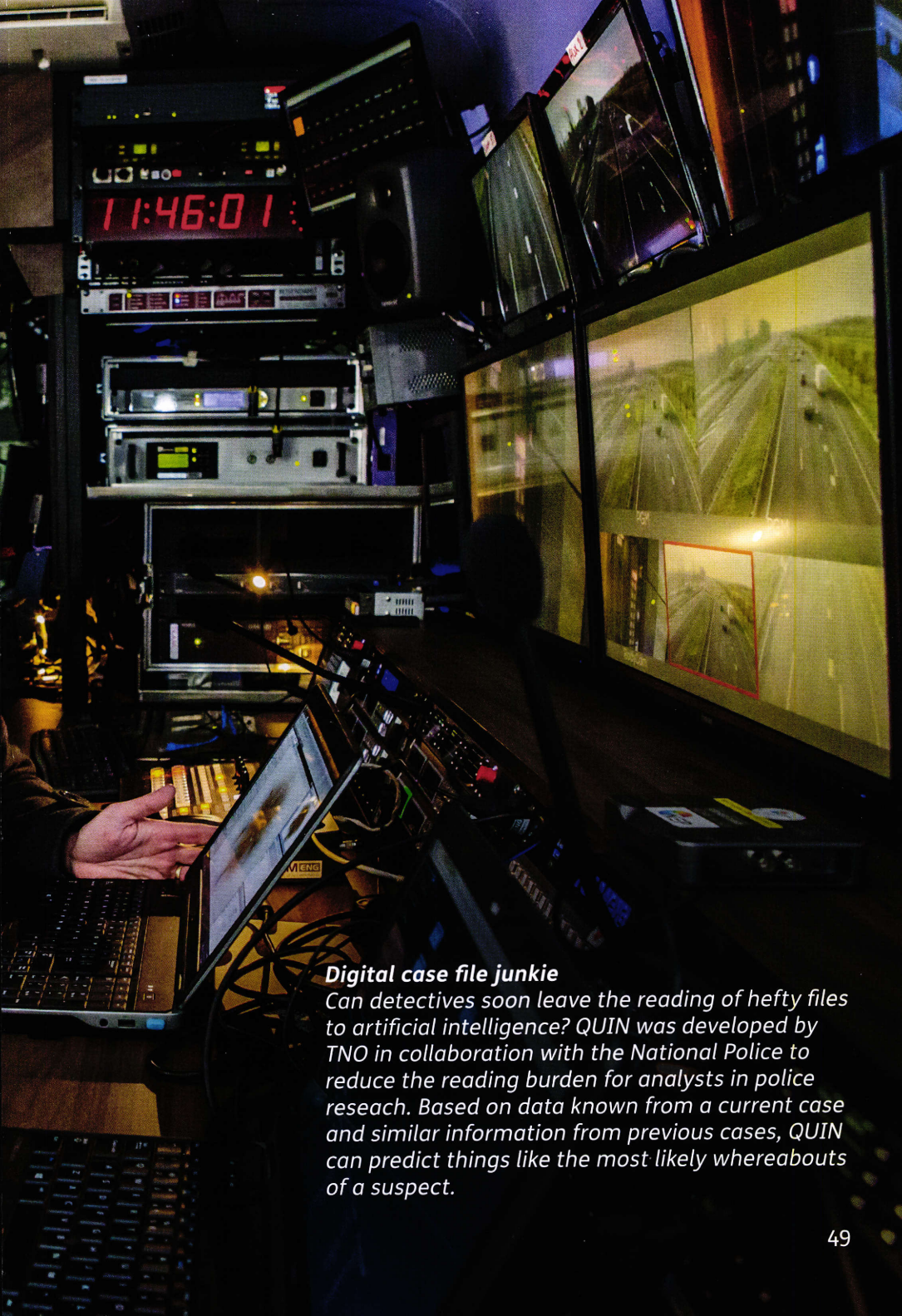
In de loop der jaren droeg TNO op verschillende manieren bij aan de opsporingscapaciteit van de Politie. Zo werd bijvoorbeeld de kwaliteit van sporenonderzoek verbeterd en werd onderzoek gedaan naar getuigenverhoor. De opsporing zelf bleef echter altijd een zaak van de Politie. Net als in de film gebeurde dat vaak met behulp van foto's op prikborden en stapels dikke dossiers. Dat leidde, zoals hier in het Amsterdamse Politiebureau op de Marnixstraat, vaak tot een forse papierwinkel.



A photograph showing three people, two men and one woman, looking intently at a laptop screen. They are inside a vehicle, with the interior of a van or truck visible in the background. The man on the left is wearing glasses and a blue jacket. The woman in the middle is also wearing glasses. The man on the right is wearing a dark jacket over a light blue shirt. The laptop screen is partially visible on the right side of the frame.

11 Digitale dossiervreter

Kunnen rechercheurs het lezen van dikke dossiers binnenkort aan kunstmatige intelligentie overlaten? QUIN is door TNO ontwikkeld in samenwerking met de Nationale Politie om de leeslast voor analisten in politieonderzoeken te verkleinen. Op basis van gegevens die bekend zijn van een huidige casus en dezelfde informatie van oude zaken, kan QUIN voorspellingen doen, bijvoorbeeld over de meest aannemelijke vluchtroute van een verdachte.



Digital case file junkie

Can detectives soon leave the reading of hefty files to artificial intelligence? QUIN was developed by TNO in collaboration with the National Police to reduce the reading burden for analysts in police research. Based on data known from a current case and similar information from previous cases, QUIN can predict things like the most likely whereabouts of a suspect.

*Safety and security cannot be taken for granted.
At times, we must fight for peace.*

*When we started in 1947, we were more aware of this than ever.
Today, in 2022, we are so again.*

*The front line of our work has been continually shifting for 75 years.
The world war became a cold war. Civil wars broke out.
Divisions became ethnic. Conflicts asymmetric.*

*We lived through times of stability and volatility.
And tried to adapt to changing states.
In alliances old and new.*

*The front line shifted over land, sea and air. To cyber and space.
Ever further, ever faster. Evermore precisely.*

*But no matter how great the change, we remained focused on our mission.
On our people. On the men and women prepared to fight for peace.*

*For them, we look ahead.
Viewing their safety through the broadest scope.
Looking beyond technology. To behavior and perception.
Into the realm of the physical, mental and digital.*

*We provide military and security personnel of the Netherlands and its allies
with state-of-the-art equipment. And we ensure that they can rely on the best
possible information, instruction, and preparation.*

*We have done this for 75 years. And will continue to do so.
For those who fight for peace, we push boundaries.
To stay ahead of change.*

With science and innovation at the front line.

Fotografie, beeldbewerking en beeldresearch: Studio Oostrum Foto + Film.

Concept en copy: Siebe Anbeek Copy, Campagne & Strategie.

Grafisch ontwerp: PI&Q.

Credits fotografie:

Museum Waalsdorp, pagina's 6, 14/15, 18/19, 23, 26/27, 30/31, 34/35, 42/43

Studio Oostrum, pagina's 8/9, 20/21, 28/29, 32/33, 40/41

Getty Images, pagina 10

Eduard Winckers, pagina's 12/13

Ministerie van Defensie, pagina's 16/17, 24/25

Nederlands Instituut voor Militaire Historie, pagina's 38/39

Nationaal Archief, Fotograaf Hans Peters ANEFO, pagina's 46/47

Fotograaf Liesbeth Dingemans, pagina's 48/49

In opdracht van unit Defensie & Veiligheid/ Commissioned by unit Defence,
Safety and Security.

Veiligheid is niet vanzelfsprekend. Voor vrede moet je soms vechten.
Toen wij in 1947 begonnen, waren we dáár meer dan ooit van doordrongen.
Vandaag, in 2022, zijn we dat opnieuw.

De frontlinie van ons werk verschuift – al 75 jaar. De wereldoorlog werd een koude oorlog. Burgeroorlogen braken uit. Scheidslijnen werden etnisch. Conflicten asymmetrisch.

We leefden in tijden van stabiliteit en volatiliteit. We probeerden vat te krijgen op veranderende verhoudingen. In nieuwe en vertrouwde verbanden.

De frontlinie verplaatste zich over land, zee en lucht. Naar cyber en space. Steeds verder, steeds sneller. Steeds preciezer.

Maar hoeveel er ook veranderde, we hielden focus op onze missie.

Op onze mensen.

Op de mannen en vrouwen die bereid zijn om te vechten voor onze vrede.

Voor hen denken we door. We bezien hun veiligheid met de breedste blik.

En kijken verder dan technologie. Naar gedrag en beleving.

Fysiek, mentaal en digitaal.

Wij voorzien de militaire- en veiligheidsprofessionals van Nederland en zijn bondgenoten van state-of-the-art materieel. En we zorgen dat zij beschikken over de best mogelijke informatiepositie, begeleiding en voorbereiding.

Dat doen we al 75 jaar. Dat blijven we doen.

Voor de mensen die vechten voor vrede verleggen wij grenzen.

Blijven wij verandering vóór. Met wetenschap en innovatie aan de frontlinie.

