

# Geodezja pod napięciem

O wyzwaniach stojących przed geodetami nadzorującymi rozbudowę Elektrowni Koźienice rozmawiamy z MACIEJEM KOWALSKIM z firmy Geo-Mapa

**JERZY KRÓLIKOWSKI:** Jak firma geodezyjna z Chrobrza pod Pińczowem trafiła na jedną z największych inwestycji infrastrukturalnych w Polsce?

**MACIEJ KOWALSKI, właściciel firmy Geo-Mapa:** Na terenie Elektrowni Koźienice pojawiłem się już w 2010 roku, gdy decyzja o budowie nowego bloku jeszcze nie zapadła, a w miejscu jego przyszłej lokalizacji rósł las i dorodne grzyby. Wykonywaliśmy wówczas pomiary na potrzeby projektu, ale działo się to pod szyldem kieleckiej firmy OPGK Geomap. Prace geodezyjne ruszyły na dobre w 2012 roku, gdy spółka Enea Wytwarzanie podpisała z firmami Polimex-Mostostal oraz Hitachi umowę na budowę bloku 11. Zabraliśmy się wówczas za wykonanie mapy do celów projektowych, która objęła blisko 100 ha, a także obsługiwaliśmy przekładanie uzbrojenia terenu – zarówno nad-, jak i podziemnego. Niestety, pod ko-

niec 2013 roku spółka OPGK Geomap zbankrutowała. Kierownictwo budowy nabrało już jednak do naszej ekipy takiego zaufania, że nie chciało wyłączać nowej firmy geodezyjnej. Wyszedłem wówczas do Polimexu z propozycją, że założę własne przedsiębiorstwo, które nie tylko przejmie prace geodezyjne na tej elektrowni, ale także weźmie pełną odpowiedzialność za dotychczas wykonane usługi. A że pochodzę z Chrobrza na pięknym Pomorza, moja firma ma formalnie siedzibę właśnie tam.

**Co wchodzi w zakres obowiązków Geo-Mapy?**

W imieniu firmy Polimex-Mostostal prowadzimy nadzór geodezyjny, w ramach którego odpowiadamy za osnowę, bieżące prowadzenie mapy dyżurnej i kontrolę innych firm geodezyjnych pracujących na tej budowie. Będziemy ponadto „na pierwszej linii frontu”, gdyby pojawiły się jakieś problemy czy nie-

jasności – mamy wówczas sprawdzić, co nie pasuje i skąd to wynika. Podkreślam jednak, że choć budowa ma już ponad 70% zaawansowania, nie mieliśmy jeszcze żadnej poważnej interwencji.

**Ilu geodetów pracuje na tym placu budowy?**

Z ramienia naszej firmy – 8, nie licząc mnie, bo ja nie prowadzę już pomiarów. Zdarzało się bowiem, że otrzymywałem nawet 165 telefonów dziennie, wszystkie oczywiście związane z budową. Obsługiwanie w takiej sytuacji tachimetru byłoby nieodpowiedzialne. Oprócz nas pracują tu firmy geodezyjne Geodimex z Krakowa, IBG z Mińska Mazowieckiego oraz Azymut z Koźienic. W szczyty prac budowlanych działało łącznie do 25 geodetów.

**Kiedy było najbardziej gorąco?**

Na etapie budowy żelbetów. Wtedy geodezja pracowała niemal non-stop – od inwentaryzacji wykopu, przez wytyczenie





Fot. Enera

„na chudziaku”, inwentaryzację szalunków i zbrojenia, po wytyczanie poszczególnych poziomów osi konstrukcyjnych. Najwięcej pracy było wtedy, gdy równocześnie budowano chłodnię kominową oraz fundamenty maszynowni i kotłowni. W maszynowni niektóre elementy zalewane betonem należało pomierzyć z dokładnością lepszą niż 2 mm – my prowadziliśmy tu kontrolę kotew przed zatopieniem, za resztę obsługi odpowiadała natomiast firma IBG. Sami zapewnialiśmy za to pełną obsługę przy wylewce w kotłowni. Z dokładnością lepszą niż 5 mm należało tam pomierzyć kotwy, które miały utrzymywać ważący 6 tys. ton kocioł zawieszony na czterech ogromnych filarach 97 metrów nad ziemią. Wylewka 22 tys. ton betonu za pomocą 6 pomp trwała 6 dni, w trakcie których surowiec non-stop dowożono z dwóch punktów, a dodatkowo zapewniono jeden rezerwowo. My w tym czasie na bieżąco kontrolowaliśmy szalunki, czy się nie rozprężają, oraz do dwóch razy dziennie mierzyliśmy kotwy. Taki fundament lany był z jednej strony, więc i przemieszczenia kotew były z tym kierunkiem zgodne, choć oczywiście wszystko zmieściło się w normie. Stres był wtedy ogromny.

## Elektrownia Kozienice

Decyzję o budowie Elektrowni Kozienice w Świerżach Górnych podjęto w 1968 roku. Pierwszy blok oddano do użytku cztery lata później, a dziesiąty – w 1978 r. Pod względem wytwarzanej mocy (2600 MW) jest to druga największa elektrownia w Polsce (po Bełchatowie). Jeśli jednak uwzględnić tylko bloki opalane węglem kamiennym, Kozienice są krajowym liderem.

Umowę o wartości 6,3 mld zł na budowę bloku 11 podpisano z firmami Polimex-Mostostal i Hitachi w kwietniu 2012 r. Nowy obiekt będzie generować moc aż 1075 MW, zwiększy więc produktywność kozienskiej elektrowni o ponad 1/3. Do tego ma go wyróżniać sprawność na poziomie 45,6%, czyli najwyższa w Europie! Rekordowa w skali kraju jest ponadto wysokość chłodni kominowej – aż 185 metrów. Do budowy wszystkich elementów bloku 11 wykonawca prac zużyje 250 tys. m<sup>3</sup> betonu i 35 tys. ton stali konstrukcyjnej. Prąd z nowej instalacji ma popytnąć już w przyszłym roku.

Wartość jednej takiej wylewki to ponad 4 mln zł. Choćby drobny błąd geodety może więc oznaczać koniec firmy, i na nic zdałoby się to, że jesteśmy ubezpieczeni. Na razie jednak skutecznie udaje nam się takich sytuacji unikać. To w dużej mierze zasługa świetnej załogi. Firma jest tak dobra jak ludzie, którzy dla niej pracują – z biegiem czasu coraz bardziej się o tym przekonuję.

### Trudno znaleźć dobrego fachowca do pracy przy tak ambitnym projekcie?

Część pracowników w firmie przejąłem z OPGK Geomap, mieli więc już odpowiednie doświadczenie. Jeśli chodzi o rekrutację pozostałych, problemem jest to, że absolwenci z reguły niewiele potrafią, stąd na początku mogą sobie z pewnymi rzeczami nie radzić. Ale najważniejsze, by w pracowniku widać było duże zaangażowanie i potencjał. Wtedy na jego szkolenie nie szczędzę czasu i cierpliwości, bo wiem, że to później procentuje.

### Duża jest w firmie rotacja pracowników?

Praktycznie żadna. Razem udało nam się stworzyć zgrany zespół, w ramach którego wspólnie dyskutujemy nad różnymi problemami geodezyjnymi i sami się doskonalimy.

### Jak wygląda wasz przeciętny dzień na budowie?

Zazwyczaj pracujemy od poniedziałku do piątku w godzinach 7-17, ale w zasadzie nie mamy normowanego czasu pracy. Nie raz musieliśmy zaczynać pomiary wcześniej i kończyć później. Ponadto zdarza nam się pracować w weekendy (tak było przy wylewaniu fundamentów



Fot. Jerzy Królowski

kotła) czy nocą (przy fundamentach młynów węglowych). Ja nie miałem choćby dnia urlopu od 2012 r. Wszyscy wykonujemy tu ciężką pracę zarówno fizyczną, jak i umysłową.

**Wróćmy do początków budowy. Jaką założyliście osnowę?**

Na tego typu obiektach jest to o tyle trudne zagadnienie, że osnowy nie ma sensu stabilizować na terenie budowy, bo prędzej czy później punkty i tak znikną – zostaną rozkopane, zasypane czy rozjechane przez ciężki sprzęt. Z kolei punkty za płotem są mniej przydatne. Mamy tu jednak o tyle korzystną sytuację, że blok 11 z trzech stron otoczony jest budynkami starej elektrowni, a z czwartej – biurem Polimexu, i na tych obiektach mogliśmy założyć punkty nadziemne. Dodatkowo postanowiliśmy założyć kilka punktów naziemnych na terenie budowy. Oczywiście wiedzieliśmy, że wkrótce znikną, ale zależało nam na poprawieniu geometrii sieci. Łącznie założyliśmy ponad 60 punktów osnowy podstawowej – ortogonalnej względem osi budowy i przeliczonej na układ 2000. Jej dokładność wynosi 5 mm. Z tej osnowy na każ-

dy budynek zakładamy już od razu osnowę budowlano-montażową, na podstawie której wykonujemy wszystkie pomiary. Taki system dobrze nam się sprawdza.

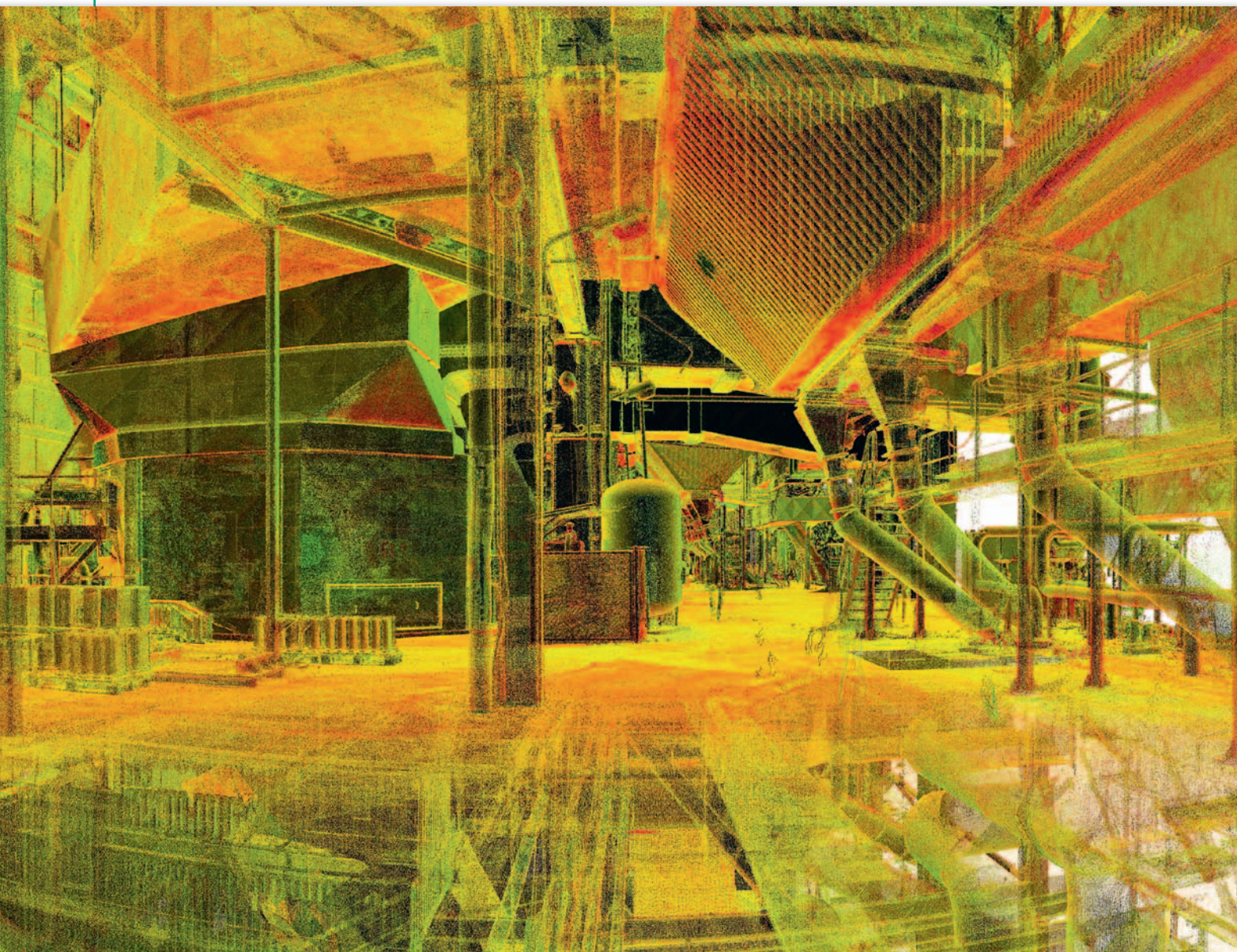
**Co konkretnie kryje się pod terminem „budowa bloku nr 11”?**

Sercem elektrowni jest maszynownia, gdzie znajduje się turbina, którą w ruch wprawia para wodna, a także generator podpięty do wału turbiny, który ten ruch zamienia w prąd. Para powstaje w kotle, gdzie woda rozgrzewana jest do temperatury 620 st. C i pod ciśnieniem do 260 barów. By jednak było to możliwe, potrzebny jest węgiel. Ten trafia taśmociągami ze składowiska, a następnie jest mielony w specjalnych młynach na drobną mączkę i w tej postaci wstrzykiwany do kotła. Dzięki temu spala się, nim spadnie na jego dno. Następnie otrzymujemy spaliny, które należy oczyścić. Pierwsze stadium to odazotowanie, później za pomocą specjalnych elektrofiltrów wyłapywane są pyły. W trzecim etapie spaliny trafiają do instalacji odsiarczania. Co ciekawe, produktem zachodzącej tu reakcji jest gips. Na koniec gazy trafiają do wysokiej na 185 metrów chłodni kominowej, któ-

rej budowę obsługiwała firma Geodimex z Krakowa. Obiekt ten pełni dwie funkcje: po pierwsze – komina, po drugie – chłodzi wodę, która – krążąc w obiegu zamkniętym – wykorzystywana jest do chłodzenia turbiny. Do tego dodajmy infrastrukturę elektroenergetyczną oraz centrum zarządzania elektrownią, gdzie zbiega się niewyobrażalna liczba przewodów. Wszystkie te obiekty razem tworzą blok nr 11.

**Macie więc mnóstwo tyczenia. Czy to oznacza żmudną, ale jednak mało skomplikowaną pracę?**

Nie prowadzimy pomiarów, które zasługiwałyby na jakieś wielkie opracowania naukowe. Co rusz mamy jednak do rozwiązania sporo pozornie błahych problemów, z których każdy wymaga trochę główkowania. Musieliśmy na przykład z dokładnością poniżej 2 mm skontrolować usytuowanie kotew pod 60-metrowy korpus turbiny. Przy sprężeniu, jakim dysponujemy, teoretycznie nie jest to wyzwanie, tyle że wszystkie kotwy były schowane pod hebami [dwuteownikami firmy Heb – red.] i żadna nie była dostępna do bezpośredniego pomiaru. Dzięki zaprzyjaźnionym monterom zbu-





Załoga Geo-Mapy na dachu zbiorników retencyjnych popiołu podczas tyczenia kotew i marek

dowaliśmy więc własny „instrumencik geodezyjny” – przenośny statyw połączony z linijką, która z kolei mocowana była za pomocą małej śrubki do kotwy

(gdzie znajdował się otwór). Współrzędne kotwy wyznaczaliśmy metodą punktu niedostępnego, mierząc każdy punkt dwukrotnie z różnych stanowisk w celu porównania wyników. Inne przykłady nietypowych pomiarów to choćby badanie deformacji kołnierzy korpusów młynów węglowych, owalności ich wlotów czy wzajemnych relacji kanałów. Krótko mówiąc, to taki warsztat z czwartego zakresu uprawnień – od A do Z. W tym miejscu składam wielkie podziękowania prof. Janowi Gocałowi za jego trylogię „Geodezja inżynieryjno-przemysłowa”, która jest nam bardzo pomocna.

Pracy nie ułatwia nam także to, że wszystko musi być zrobione szybko, dokładnie i nikogo nie obchodzi, że może być trudno. Budowa podzielona jest na 20 tzw. kamieni milowych – po zakończeniu każdego wykonawcom wypłacane są kolejne transze wynagrodzenia, a każda taka rata opiewa na kilkaset milionów złotych. Przy zawrotnym tempie prac rodzi to spore napięcia. Inne wyzwania, jakim musimy sprostać, to np. duży ruch na budowie, przesłonięte wizury czy wysokie temperatury.

### **Kluczowym elementem elektrowni jest turbina. Jaka jest rola geodetów przy jej montażu?**

Jako firma prowadząca nadzór przed przekazaniem fundamentu tego turbozespołu wyznaczaliśmy dwie osie główne obiektu i udało nam się tu osiągnąć powtarzalność pomiaru poniżej 1 mm. Ale już same prace montażowe obsługiwali inni geodeci. W całym kraju są bowiem 2-3 firmy, które zajmują się pomiarami tego typu obiektów, i żaden inwestor nie odważy się ich zlecić podmiotowi spoza tej listy, choćby się świetnie zapowiadał. Urządzenie waży 1800 ton, a jego wirnik obraca się 3 tys. razy na minutę. Na początku turbina jest lekko ugięta, a po rozgrzaniu się prostuje. Zadanie geodety polega na tym, aby cały ten układ spełniał warunki geometryczne narzucone przez projektanta. Wymaga to wykonywania pomiarów z dokładnością dziesiątych części milimetra!

**Ważnym etapem budowy bloku 11 była próba obciążeniowa kotła polegająca na napełnieniu go wodą, co wykonano w kwietniu tego roku. Tu także nie brakło geodetów?**

### **Elektrownia w chmurze**

W 2011 roku fragment kozienickiej elektrowni został poddany skanowaniu laserowemu. Prace wykonała firma 3Ddeling z Krakowa, która na zlecenie jednego z biur projektowych pomierzyła budynek kotłowni oraz przestrzeń pomiędzy nim a elektrofiltrami. Pozyskane dane wykorzystano do zaprojektowania instalacji katalitycznego odzutowania spalin, tak aby precyzyjnie wpasować nowe urządzenia w już istniejącą infrastrukturę. Pomiar trwał 8 dni i wymagał wykonania 800 skanów. Ich obróbka zajęła 3 tygodnie. Finalna chmura punktów została przygotowana w lokalnym układzie współrzędnych Elektrowni Kozienice. Dzięki zastosowaniu wysokiej klasy skanera laserowego o dużym zasięgu (Riegl VZ-400) oraz precyzyjnego tachimetru (Leica TRCA+ 1101) udało się uzyskać dokładność opracowania 0,5 cm, co potwierdzono raportami z rejestracji skanów oraz z wyrównania sieci geodezyjnej. Oprócz tego firma 3Ddeling przygotowała panoramiczne widoki TruView umożliwiające wyświetlanie chmur punktów oraz wykonywanie na ich podstawie pomiarów i odczytów współrzędnych w przeglądarce internetowej. Wykonano również precyzyjną osnowę pomiarową dla całego obiektu oraz zastabilizowano kilkadziesiąt punktów kontrolnych do badania przemieszczeń w trakcie realizacji projektu. Film prezentujący wyniki pomiarów można zobaczyć pod adresem [tnij.org/kozienice3d](http://tnij.org/kozienice3d).



Fot. Energo

Kocioł to aż 6 tys. ton zawieszony na ryglach na wysokości 97 metrów. W trakcie jego testów zbiornik napełniono ponad parametry eksploatacji, osiągając ciśnienie aż 514 barów. My mierzyliśmy go przed napełnieniem, dwa razy w trakcie oraz po eksperymentach, a wyniki pomiarów pokazały, że ugięcia rygli mieszczą się w normie.

**Pracujecie także na terenie starych bloków koziennickiej elektrowni.**

Wykonywaliśmy np. pomiary na potrzeby instalacji do odazotowania spalin, którą należało wybudować w związku z unijnymi wymogami. Praca była o tyle ciekawa, że ładną, pionową konstrukcję trzeba było wpasować w pociętą bryłę elektrowni. Należało więc wykonać mnóstwo pomiarów sprawdzających na kilku poziomach budowli – szczególnie tam, gdzie konstrukcje łączą się z mostami kratowymi – i odpowiednio wcześniej sygnalizować wykonawcom i konstruktorom ewentualne nieprawidłowości. Na marginesie uwaga, bo niektórych może

dziwić, dlaczego azot w spalinach jest zły, skoro w powietrzu jest go aż 70%. Warto jednak wyjaśnić, że chodzi tu nie o czysty azot, ale jego szkodliwe tlenki.

Wykonywaliśmy też kilka mniejszych prac – np. związane z remontem 300-metrowej suwnicy w maszynowni. Wyzwaniem okazała się tu wysoka temperatura (nawet 40°C) połączona z drganiami mechanicznymi oraz falowaniem powietrza – proszę spróbować prowadzić niwelację w takich warunkach!

**Podczas tych prac zyskał pan ogromną wiedzę z zakresu funkcjonowania elektrowni.**

Wychodzę z założenia, że przy takim projekcie nie można bać się zadawania pytań. Warto jednak podkreślić, że nie ma na tej budowie choćby jednej osoby, która ogarniałaby całą technologię. Wszystko funkcjonuje jak w zegarku dzięki temu, że każdy doskonale zna się na swojej wąskiej specjalizacji.

**Jakiego sprzętu pomiarowego używacie?**

Klasycznie – niwelatorów cyfrowych Leica DNA03 oraz tachimetrów Leica TS09 i TS11 o dokładności od 1 do 3". Ze względów sentymentalnych korzystamy również z Nikonu NPL-332 – to pierwszy instrument, który sobie kupiłem.

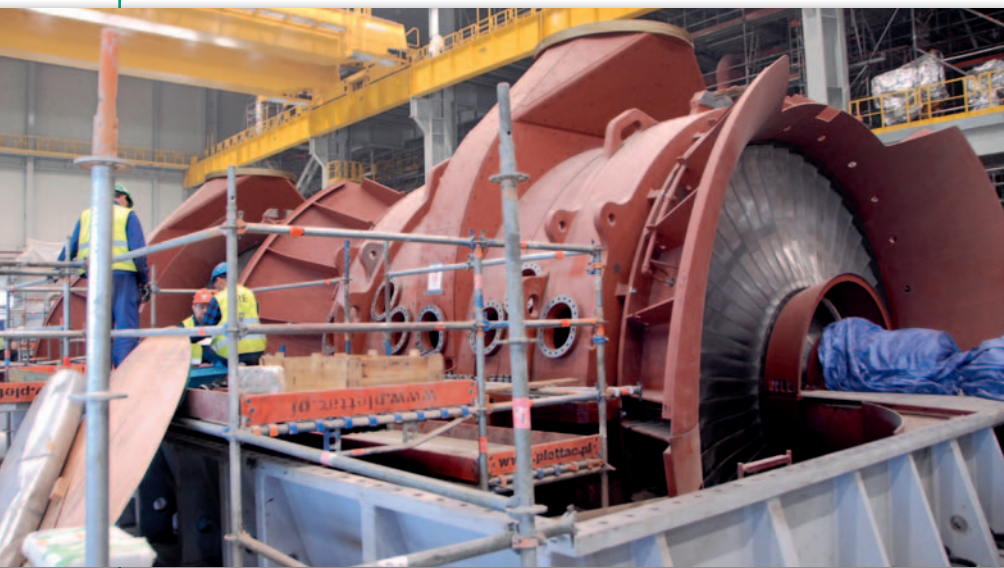
**Nie stosujecie tachimetrów zmotoryzowanych lub odbiorników satelitarnych?**

O tachimetrach zmotoryzowanych nawet myślałem, ale przy tak dużym natężeniu prac, jakie prowadzone są na tej budowie, ktoś i tak musiałby cały czas stać przy instrumencie. Byłaby to więc droga inwestycja bez większych korzyści. Jeśli chodzi o odbiorniki GNSS, to używamy ich tylko w ograniczonym zakresie, głównie z dala od elektrowni. Nad nami biegnie bowiem kilka linii o napięciu od 110 do 400 kV. Kiedyś pokusił się o sprawdzenie, co oznacza pomiar w takich warunkach. Mierzyliśmy wykop liniowy i punkty faktycznie wyszły w jednej linii, tyle że z dwumetrowym błędem!

**A co ze skanowaniem laserowym? Wydaje się tu pasować jak ulał.**

Nie był nam jeszcze potrzebny, zresztą przy tak dużej liczbie elementów (nawet dziesiątki tysięcy na jednym obiekcie) interpretacja chmury punktów byłaby bardzo trudna. Technologia ta znajduje za to zastosowanie na terenie starych bloków, gdzie nowe elementy trzeba wpasować w istniejące. Wykorzystano ją np. przy projektowaniu instalacji do odazotowania spalin.

Serce nowego bloku: wyprodukowana w Japonii turbina napędzana parą wodną



Fot. Jerzy Królowski

Załoga Geo-Mapy – od lewej: Maciej Kowalski, Dawid Amadeusz Jaros, Rafał Stalica, Maciej Goliżewski, Błażej Michałek, Karol Marchewka i Krzysztof Szybowski

## Jak wygląda monitoring geodezyjny budowy?

Raz na tydzień mierzymy budynek maszynowni i kotłowni, a pozostałe obiekty – raz na miesiąc.

## Jakie inne projekty realizuje Geo-Mapa?

Na budowie elektrowni gazowej we Włocławku mierzyliśmy fundamenty turbiny. Tego typu elektrownie są o tyle ciekawe, że do napędzania turbiny wykorzystywana jest przede wszystkim siła rozprężających się gazów. Gorące spaliny kierowane są następnie na kocioł, gdzie produkują parę, która z drugiej strony wpada na tę samą turbinę, co powoduje zwiększenie mocy oraz maksymalizuje energię wykorzystaną ze spalania gazu. Poza tym pracujemy na budowie nowego bloku Elektrowni Opole – to obecnie największa inwestycja infrastrukturalna w kraju. Obsługujemy tam prace przy wywrotnicy wagonowej, ustawianiu młynów węglowych oraz przy robotach żelbetowych. Z kolei w zakładach Prefabetu w Świerżach Górnych pomagamy przy regulacji 330-metrowej suwnicy oraz ustawianiu ciągów produkcyjnych.

Mniejsze pomiary realizujemy również dla elektrowni w Ostrołęce.

## Koncentrujecie się więc na geodezji przemysłowej.

Owszem. Ironią losu jest to, że studiując geodezję i kartografię na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, wybrałem specjalizację kataster i wycena nieruchomości, a w życiu zawodowym nie miałem z nią nic wspólnego. Od razu pracowałem przy obsłudze inwestycji – początkowo w Irlandii, a gdy przyszedł tam kryzys i siadły inwestycje, wróciłem do Polski.

## W ostatnich latach nasza branża sporo dyskutuje o zmianach w prawie geodezyjnym. Co chciałby w nim poprawić specjalista od pomiarów przemysłowych?

Założenia naszego prawa są słuszne. To dobrze, że wprowadzono odgórny nakaz tyczenia czy inwentaryzacji, bo daje to nam zarabiać, a poza tym jest po prostu słuszne. Polscy geodeci traktują to jako oczywistość, ale przecież w wielu krajach takich wymogów nie ma, choćby w Irlandii. Z drugiej strony mamy jednak przerost formy nad treścią. For-

malności, jakie trzeba załatwiać, i liczba wycieczek do ośrodka, jakie należy odbyć, przekraczają granice rozsądku. Niewielkim pocieszeniem może być to, że tego typu absurdy dotyczą nie tylko prawa geodezyjnego.

## Geodeci, szczególnie ci zajmujący się geodezją gospodarczą czy obsługą inwestycji liniowych, narzekają na dużą konkurencję i niskie ceny. Czy w geodezji przemysłowej jest lepiej?

Z pewnością nie jest już tak dobrze jak kiedyś, gdy obowiązywały wyższe stawki. Mimo to, gdybym miał ponownie wybierać zawód, nic bym nie zmienił. Ale dzieciom geodezję już bym odradził (*śmiech*). A czy zarabiamy lepiej niż w innych działach geodezji? Trudno powiedzieć. Wiem jednak, że przy tego typu projektach jak w Elektrowni Kozielnice trzeba kłaść szczególnie nacisk na geodetów wysokiej jakości, a taki specjalista oczywiście więcej kosztuje. Dlatego w mojej firmie pensje stanowią zdecydowanie największy koszt działalności. Ale tak chyba powinno być we wszystkich przedsiębiorstwach geodezyjnych?

Rozmawiał Jerzy Królikowski

