

O trudnościach w rozwoju szybowca GOKO i nie tylko

Michał Ombach

Członek Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych

Streszczenie

W artykule opisano szybowiec GOKO skonstruowany i zbudowany przez autora. Omówiono krótko historię powstania, szczegółowo przedstawiono wyniki prób w locie. Ponadto przedstawiono ogólną charakterystykę techniczną z zaznaczeniem najważniejszych szczegółów technologicznych. Podano szacunkowe koszty materiałów niezbędnych do zbudowania egzemplarza szybowca.

Słowa kluczowe: szybowiec GOKO, próby w locie

Wprowadzenie

Trudno jest połączyć ze sobą pasję latania oraz budowania szybowców. Niektórzy twierdzą, że to niemożliwe, a próba pogodzenia ze sobą tych aktywności źle się kończy: latamy mało i budujemy długo. Do tego dochodzą wydatki, które w przypadku prototypu przypisują ból głowy.

Przekonałem się o tym na własnej skórze. Jednak satysfakcja z lotu szybowcem, który powstał według własnego pomysłu, była i jest ogromna. Nawet jeżeli konstrukcja ma tak liche osiągi jak GOKO i nie wygląda „współcześnie”. Kłopot w tym, że gdy nasze dzieło lata, od razu chcemy więcej. Zaczynamy zmieniać, przerabiać, kombinować... Z szybowca, który fantastycznie sprawdziłby się jako szkolny – do nauki podstawowego pilotażu – próbujemy wycisnąć więcej. Czy to jest możliwe, a jeśli tak, to jakim kosztem?

Tak powstał drugi, mocno zmodyfikowany egzemplarz GOKO, bardzo podobny do poprzednika, ale jednocześnie o innych właściwościach pilotażowych i różniących się osiąгах. Drugie GOKO¹ zostało przygotowane również pod zabudowę silnika elektrycznego, bezpośrednio napędzającego trójpłatowe śmigło pchające. Samolot? Ani trochę. „Motoszybowiec” lub „szybowiec z napędem” brzmi lepiej.

Tymczasem, pomni osiągow pierwszego prototypu, zdecydowaliśmy się z kolegą, Mietkiem Krystą, na budowę zupełnie nowego skrzydła. Zależało nam w zasadzie tylko na jednym: zmniejszyć opadanie własne. I może odrobinę podnieść skuteczność sterowania lotkami. Pierwsze GOKO lata bowiem wspaniale, jest miłym, posłusznym, przewidywalnym i ewidentnie bezpiecznym szybowcem. Niestety, błędy popełnione na samym początku, polegające na doborze „mało nośnego” profilu skrzydła (dla ewidentnie większych liczb Reynoldsa



Ryc. 1. Oba prototypy na lotnisku w Łososinie Dolnej

niż w przypadku prędkości, z jakimi lata szybowiec o obciążeniu powierzchni 13 kg/m²), które dodatkowo wyposażyliśmy w klapy, spowodowały znaczne opadanie. Zbyt duże, aby szybowiec „chciał wisieć” w termicie czy na żaglu.

Z tego też powodu w drugim egzemplarzu zastosowaliśmy gruby profil o bardzo dużym C_z przy możliwie niewielkich prędkościach lotu (niskich Re). Zwiększyliśmy wydłużenie skrzydła, wyklucziliśmy klapy oraz bardzo starannie wyprowadziliśmy profil na kesonie. I, jak to bywa, przedobrzyliśmy... Prędkości lotu, i tak bardzo niewielkie dla szybowca „niebieskiego”, w przypadku „białego” jeszcze spadły – do wartości ekstremalnie małych. Szybowiec odrywa się bowiem już przy 32 km/h. Wielkie skrzydło „ssie” do góry nadzwyczajnie lekko! I to jest w porządku. Jednakże skuteczność sterowania poprzecznego nie jest optymalna, mimo stateczności szybowca przy wzlocie za samochodem (nawet przy zastosowaniu zerowego wzniosu skrzydła, co jest zmianą w porównaniu ze wzniosem 2,5° przy pierwszym prototypie). Obniżyła się ona nawet w stosunku do wyników pierwszego prototypu. Na szczęście można z łatwością holować o kilka km/h szybciej i wtedy efektywność lotek rośnie. Jest jednak wielką frajdą latać skrajnie powoli – to po prostu bardzo przyjemne. Tym bardziej, że GOKO ma taką samą charakterystykę pilotażową jak klasyczne szybowce.

Loty porównawcze, które realizowaliśmy w Łososinie w październiku 2024 r., ujawniły wiele rozbieżności pomiędzy oboma egzemplarzami. A przecież szybowce te wyglądają tak podobnie! Jak się okazuje, diabeł jednak tkwi w szczegółach. Ostatecznie, opadanie wyszło wyraźnie mniejsze (około 1,4 m/s dla pierwszego prototypu i 1,2 m/s dla drugiego), chociaż spadek prędkości dla maksymalnej doskonałości istotnie ogranicza obszar penetracji po wyczepieniu. Na przykład, w poszukiwaniu komina czy też w dolocie pod wiatr do lądowiska. Taki lot ma jednak swoje plusy, było to zresztą podstawowe założenie – szybowiec miał latać powoli i umożliwiać loty żaglowe przy słabym wietrze i z niewysokiego zbocza. To taki większy latawiec, jednak sterowany jak klasyczna aerodyna.

1 Stosowanie rodzaju nijakiego może wydawać się uchybiające, jednakże szybowiec plasuje się w kategorii urządzeń latających, dla tego takie właśnie miano – „ono” przyjęliśmy.

Wzloty za samochodem w warunkach ciszy w powietrzu (brak wiatru, brak termiki), przy zastosowaniu 160 m linki, pozwalały nam wznosić się do około 120 m AGL. To mizerna wysokość, z której w zasadzie można „planować się” jedynie do lądowania. Jednak GOKO wyróżnia się spośród innych szybowców tym, że został opracowany pod kątem lotów w tzw. trudnym terenie, głównie na zboczu. Manewrowanie nim prawie do samej ziemi nie jest ani trudne, ani niebezpieczne, jeżeli uwzględnimy czas potrzebny na podniesienie skrzydła z zakrętu. Prosty odbiornik GPS wraz z dokładną sondą barometryczną, pozwoliły nam zapisywać wiele parametrów lotu obu egzemplarzy. Zestawiliśmy ze sobą poszczególne wyniki, oceniając zgrubnie osiągi i, bardziej dokładnie, charakterystyki lotno-pilotażowe. Oto główne wyróżniki:

Prędkości w locie

Drugi egzemplarz charakteryzuje się wyraźnie mniejszymi prędkościami w locie: V_{min} , V_{ek} , V_{opt} , oraz zalecaną $V_{w/T}$ w stosunku do egzemplarza pierwszego.

Wartości prędkości obu szybowców			
	Parametr	Prototyp 1	Prototyp 2
V_{min} [km/h]	Prędkość minimalna lotu	36÷38	32
V_{ek}	Prędkość najmniejszego opadania	40	36
V_{opt}	Prędkość maksymalnej doskonałości	44	42
$V_{w/T}$	Prędkość holowania za samochodem/wyciągarką (zalecana)	55÷60	50÷55
L/D	Doskonałość zmierzona (uśredniona)	>8	

Reakcje sterów i lot swobodny

Skuteczność lotek oraz steru wysokości w drugim egzemplarzu jest wyraźnie mniejsza niż w egzemplarzu pierwszym: reakcja na wychylenie jest wolniejsza, co sprawia, że czas powrotu do położenia równowagi (podniesienia skrzydła do poziomu) jest wyczuwalnie dłuższy. Cechy te



Ryc. 2. Krótkie podejście do lądowania

nie zakłócają sterowania szybowcem ani nie czynią tego sterowania utrudnionym – szybowiec jest jeszcze łagodniejszy w pilotowaniu niż poprzednik. Przyczyna takiego stanu rzeczy leży zapewne w większej powierzchni skrzydeł, nośnym i samostatecznym profilu oraz braku redukcji rozłożenia masy wzdłuż rozpiętości prostokątnego skrzydła (duże momenty bezwładności).

Lot na prędkości zbliżonej do optymalnej dla obu egzemplarzy nie wymaga ani oddawania, ani dociągania drążka. Ster wysokości przyjmuje neutralne położenie, szybowiec nie rozpędza się ani nie zwalnia. Utrzymanie lotu prostego jest możliwe bez udziału lotek i steru wysokości, wyłącznie przy sterowaniu kierunkowym (niewielkie wychylenia). Możliwe jest też wykonanie płaskiego zakrętu (o dużym promieniu) wyłącznie sterem kierunku, po puszczeniu drążka. Takie zachowanie testowaliśmy dla masy pilota (ze spadochronem) pomiędzy 80 a 100 kg. Szybowiec leci z prędkością optymalną i nie wykazuje tendencji do żadnych oscylacji podłużnych. Czas reakcji na „podniesienie” skrzydła wyłącznie wychyleniem steru kierunku jest dłuższy i wymaga przytrzymania steru (utrzymania wychylenia „nogi”) aż do wystąpienia reakcji.

Zakręty

W obu przypadkach, podczas zakrętów z przechyleniem powyżej 45°, aby podnieść skrzydło potrzebna jest duża siła na drążku, a czas powrotu do położenia równowagi wydaje się długi. Cecha ta nie pozwala na zdecydowane, ciasne manewrowanie w bezpośrednim pobliżu ziemi (np. na żaglu), a podchodząc do lądowania z zakrętu, nisko nad lądowiskiem, należy uwzględnić czas potrzebny do wypoziomowania skrzydeł przed przyziemieniem. Małe wydłużenie i wysoko zawieszone skrzydła właściwie wykluczają kontakt z lądowiskiem przy lądowaniu ze zwisem.

Szybowiec wykonuje prawidłowo i przy udziale wszystkich sterów zakręty z przechyleniem do 30. Wymagane jest niewielkie podciąganie sterem wysokości podczas fazy zakrętu ustalonego oraz delikatne podtrzymywanie przechylenia przeciwną lotką. Sterowanie jest klasyczne i typowe jak dla szybowców certyfikowanych. Skuteczność steru kierunkowego jest wyczuwalnie mniejsza od lotek oraz steru wysokości, jednak wystarczająco dobra do wykonywania w pełni skoordynowanych, płynnych i prawidłowych zakrętów.

Stateczność podłużna, wyważenie

Drugi egzemplarz jest ewidentnie mniej wrażliwy na znaczny załadunek w kabinie (ciężki pilot). Przy masie pilota do 90 kg warto więc stosować dodatkowy balast w postaci spadochronu (ok. 7 kg). Przy tej samej masie pilota środek ciężkości w locie dla nowego GOKO leży bardziej z tyłu niż w przypadku egzemplarza pierwszego. Wydaje się także, że środek parcia jest obecnie bardziej przesunięty do przodu. Mimo tego stateczność podłużna jest nie tylko zachowana, ale i wyższa niż dla pierwszego prototypu. W obu szybowcach



Ryc. 3. Kabina, siedzisko wyposażone w pięciopunktowe pasy pilota

celowo nie zabudowano trymera. Nie są potrzebne żadne korekty sił na sterownicy.

Oba szybowce testowaliśmy w szerokim zakresie kątów zaklinowania usterzenia poziomego wobec cięciwy skrzydła (cięciwy profili wzdłuż rozpiętości leżą w jednej płaszczyźnie): pomiędzy 2° a $5,5^\circ$. GOKO zachowywały się nienagannie, bez żadnej różnicy w sterowaniu. Moment pochylający w locie swobodnym jest wyraźny, ale bardzo delikatny. Zmieniały się jednak wyczuwalnie osiągi, w zależności od tego, na jakim kącie natarcia pracowało skrzydło. Ostatecznie zdecydowaliśmy się pozostawić kąt zaklinowania skrzydła do statecznika $5,5^\circ$ jako najbardziej optymalny dla uzyskania maksymalnego C_z , przy zachowaniu pełnego i typowego sterowania szybowcem.

Charakterystyka startu za samochodem i wyciągarką

Start za samochodem przypomina wzlot za wyciągarką, jednak jego przebieg jest dużo mniej dynamiczny. Szybowce GOKO nie mają tendencji do wyrwania startu, nawet w warunkach wietrznych. By być gotowym do startu za samochodem/wyciągarką, szybowiec powinien opierać się na płozie ogonowej. Eliminuje to występujący przy gwałtownym ruszaniu² moment siły, którego efektem bywa uderzanie płozą o nawierzchnię lotniska. Start jest intuicyjny i niebywale łatwy: przy drążku w neutrum szybowiec sam podnosi ogon i ustala jazdę na kole głównym. Utrzymanie równowagi poprzecznej nie sprawia żadnych trudności, pod warunkiem, że skrzydła do startu są ustawione poziomo. W zakresie bardzo małych przechyleń reakcja na wychylenie lotek jest natychmiastowa. Jeżeli jednak skrzydło opadnie na początku rozbiegu o kąt większy niż $25 \div 30^\circ$, podniesienie go wymaga wychylenia pełnej przeciwnej do przechylenia lotki i długiego odczekania na reakcję. GOKO odrywa się samo lub przy niewielkim udziale pilota (delikatne ściągnięcie drążka). W zależności od tego, jak przyspiesza samochód, rozbieg w warunkach bezwietrznych wynosi $60 \div 80$ m. Gdy startujemy za wyciągarką, szybowiec jest w powietrzu



Ryc. 4. GOKO podczas próby lotu żaglowego nad Słonnem

już po około 20 m. Przejście na łagodne i strome wznoszenie musi być zainicjowane płynnym, niewielkim ściągnięciem drążka sterowego na siebie.

GOKO posiada jeden zaczep do startu za samochodem, wyciągarką i ewentualnie samolotem UL. Ulokowanie zaczepu mniej więcej w połowie odległości pomiędzy środkiem ciężkości w locie a nosem szybowca przekłada się na brak trudności w utrzymaniu kierunku podczas rozbiegu i wzlotu oraz zapewnia optymalny kąt stromego wznoszenia.

Zachowanie równowagi podłużnej podczas startu za samochodem (za wyciągarką) jest tożsame dla obu szybowców. Podczas ustalonego stromego wznoszenia drążek sterowy pozostaje w pozycji neutralnej do „lekko, a następnie mocniej ściągniętej” w górnej fazie wzlotu (pojawia się wtedy moment pochylający od liny holującej, któremu należy przeciwdziałać).

Uzyskiwane wysokości i wyczepienie liny

Przy lince o długości 200 m i umiarkowanym wietrze możliwe jest osiągnięcie wysokości do 180 m AGL. Do holowania GOKO wykorzystujemy najzwyczajszą linkę propylenową $\varnothing 6$ mm, o wytrzymałości na rozciąganie około 400 daN, z rdzeniem z jedwabiu poliestrowo-polipropylenowego. Jest lekka, elastyczna i doskonale łagodzi szarpnięcia. Przy lince o długości 250 m, przy czołowym wietrze ok. 5 m/s, uzyskiwaliśmy wysokości wyczepienia powyżej 200 m AGL.

Wyczepienie następuje automatycznie lub po pociągnięciu uchwytu wyczepu, w najbardziej pożądanym punkcie wzlotu. Przy samowyczepie, kąt wyznaczony przez linkę w stosunku do płaszczyzny drogi startowej wynosi około 70° , a szybowiec musi być mocno „przytrzymywany” sterem wysokości „na siebie”. Jeżeli samochód nie przyspiesza, w warunkach bezwietrznych, szybowiec utrzymuje na hoku stałą wysokość i leci nad/za samochodem. Pozwala to obserwować holującego i wyczepić się w odpowiednim miejscu, chociażby po to, aby samochód mógł płynnie wyhamować przed końcem lotniska.

Wyczepieniu nie towarzyszy żadna tendencja do „wyrwania” dziobu ponad horyzont. Konieczna reakcja pilota na uchwycenie kąta szybowania do lotu swobodnego jest nieznaczna (nie ma potrzeby wyraźnego oddawania drążka w celu przejścia na podkrytyczne kąty szybowania).

² Przy oparciu szybowca na kole przednim i gwałtownym naprężaniu liny przez wyciągarkę (lub przy szarpnięciu samochodem) szybowiec, ruszając, uderzy płozą ogonową o ziemię.

Zniżanie i planowanie do lądowania

Oba szybowce nie posiadają hamulców aerodynamicznych. W przypadku nadmiaru wysokości do lądowania skuteczne okazuje się nurkowanie: szybowiec zdecydowanie zwiększa opadanie, jednak przyrost prędkości jest nieproporcjonalny i niewielki – rosną bowiem znacząco opory ruchu. Na prędkościach okołooptymalnych można stosować ślizgi o niewielkim odchyleniu kierunkowym. Przy wychyleniu dość mocno sterze kierunku i przeciwnej lotce (przechylenie powinno być niewielkie), szybowiec zwiększa opadanie i nie rozpędza się. Nie występuje zjawisko „wciągania sterów” ani ich trzepotanie (buffeting), utrzymanie kąta ślizgu jest łatwe. Pojawiają się za to zaburzenia wskazań prędkościomierza. Jednak ocena prędkości lotu jest intuicyjna i nie nastręcza trudności: pilot jest wystawiony przeciw na opływ powietrza, słyszy szum szybowca oraz czuje siły aerodynamiczne na sterach. Podniesienie skrzydła ze ślizgu odbywa się sprawniej niż z zakrętu, dlatego ślizg może być kontynuowany do niewielkiej wysokości nad ziemią (10÷5 m AGL).

Transport na ziemi, montaż i demontaż

Pomni pewnych ułomności pierwszego egzemplarza, staraliśmy się z kolegą poprawić ten drugi. Nie wszystko się udało, ale zanotowaliśmy pewne zmiany jako „dobre”. Demontaż po dniu lotnym to już dzisiaj standardowa praktyka, zatem szybowiec powinien być łatwy do składania i pakowania do przyczepy bądź w kąt hangaru. Skrzydła nowego GOKO ważą po 32 kg każde. Są wielkie i przez to niezbyt poręczne, jednak umiarkowana masa i sztywny keson pozwalają na ich swobodne przenoszenie i „manewrowanie”, w dwie osoby. Technika montażu i demontażu szybowca polega, najogólniej mówiąc, na ustawieniu kadłuba na podstawce, pasowaniu okuć skrzydła z centroptatem, założeniu dwóch sworzni i ich zabezpieczeniu, podpięciu zastrzału oraz podłączeniu napędu lotki. Montaż możliwy jest w dwie osoby, a na czas łączenia ze sobą okuć centroptata i skrzydła, końcówka skrzydła oparta jest o ziemię. Tak samo postępujemy z drugim skrzydłem, przy czym to już założone dalej może być podparte na końcówce na ziemi lub wypoziomowane na podstawce. Statecznik poziomy przychodzi wraz ze sterem i jest mocowany na tylnym pojedynczym okuciu oraz przedniej śrubie, skręcającej okucie z belką kadłuba. Dodatkowo podpieramy go dwoma rurkowymi zastrzałami, a ster wysokości podłączamy ręcznie. Na koniec, głównie



Ryc. 5. GOKO w locie na holu za samolotem Tulak

ze względu na dość elastyczny ogon, cały szybowiec spinamy linkami sztormowymi, które utrzymują jego geometrię.

Regulacja linek ściągaczami jest zbędna, bowiem bardzo łatwo jest „ponaciągać” elementy składowe ręcznie (końcówka skrzydła „do przodu”, ogon na bok), aby zamocować linki. Szybowiec poskładamy i sprawdzimy w czasie do 30 minut. Natomiast składanie IS-3 „ABC”, wg ówczesnej instrukcji, trwało około 2 godzin! Sam montaż PW-2 „Gapa” to zaledwie 10 minut.

Na start ciągniemy GOKO na lince za samochodem, rowerem elektrycznym albo po prostu – za rury zastrzałów – w dwie osoby. Wyważenie nie jest dość szczęśliwe, bo szybowiec bez pilota stoi na kole głównym i opiera się płozą ogonową. Przednie kółko (rozbiegowe/dobiegowe) jest w górze. Jednak takie właśnie położenie koła głównego zapewnia najbardziej korzystny „balans” przy rozbiegu do startu – szybowiec sam „jedzie” na jednym kole, trzymając równe sobie prześwity pomiędzy kółkiem przednim a ziemią oraz płozą na ogonie a ziemią.

O tym, jak właściwie dobrane zostało położenie koła głównego, świadczy fakt, że przy średnio silnym wietrze, ćwicząc chwiejnicę, możemy śmiało podnosić sterem wysokości dziób, trenując nie tylko równowagę poprzeczną, ale także... podłużną!

Do transportu szybowca oraz jako hangaru używamy blaszanej przyczepy „domowej roboty”. Pomijając kwestie formalnej rejestracji, bazowaliśmy na konstrukcji kratownicowej (spawanej z zamkniętych profili stalowych) obłożonej cienką aluminiową blachą trapezową (nitowaną do profili). Zakładki blachy „na dachu” dodatkowo doszczelniliśmy samowulkанизującą się taśmą aluminiowo-gumową typu „aluband”.

Technologia, materiały, budowa

Szybowiec wykonany jest w technologii mieszanej. Konstrukcję kadłuba i skrzydła tworzą łączone ze sobą zamknięte profile aluminiowe (głównie rury). Kształt skrzydła tworzą żebra oraz – w przypadku drugiego egzemplarza – zamknięty keson o konstrukcji przekładkowej cały w technologii laminatów szklano-epoksydowych. Skrzydła podparte są podwójnymi zastrzałami z rur aluminiowych i dodatkowo usztywnione na wyboczenie, w połowie długości. Płaskie usterzenie poziome oraz ster kierunku zrobiony został z rurek stopu PA. Całość konstrukcji obłożona jest syntetyczną, termokurczliwą tkaniną Oracover (niestety kosztownie drogą i tracącą swoje napięcie w niskich temperaturach oraz przy wysokiej wilgotności powietrza). Takie pokrycie jest jednak bardzo wytrzymałe, odporne na deszcz i czynniki chemiczne oraz łatwe w ewentualnej naprawie.

Kadłub i centroptat oparte są na stalowej, spawanej konstrukcji siedziska pilota, dodatkowo obłożonej grubym laminatem. Jest to wszystko mocne i niepotrzebnie tak ciężkie, ale idea użytkowania szybowca w trudnym terenie (górki modelarskie, nierówne lądowiska) zaważyła na wyborze takich właśnie struktur.

Napędy sterów stanowi kombinacja popychaczy rurkowych, dźwigni kątowych oraz – w przypadku lotek – także

linek. Ster kierunku napędzany jest linkami prowadzonymi w poliamidowych Bowdenach.



Ryc. 6. GOKO w locie nad łosińskimi sadami

Prace przy każdym egzemplarzu pochłonęły setki godzin. Nie byliśmy z kolegą w stanie tego precyzyjnie policzyć, ale sama budowa nowego skrzydła do drugiego szybowca trwała około pół roku. Wykorzystywaliśmy maszynę CNC do wycinania żeber, ale także do wytworzenia form na keson, końcówki skrzydeł i elementy kompozytowe struktury wewnętrznej. To typowe dla prototypów – zawsze są one horrendalnie drogie i bardzo, ale to bardzo pracochłonne. Oczywiście, gdy mamy przygotowane formy i opanowaną technologię, budowa kolejnego GOKO będzie o wiele krótsza.

Ceny materiałów surowych, takich jak tkaniny szklane, pianka typu Herex, żywica i wypełniacze, są bardzo wysokie. To wydatek około 13 000 PLN na jeden szybowiec. Laminowanie przekładek (sandwicha) na żebra i keson wymagać będzie dysponowania układem podciśnienia – aby odsysać nadmiar żywicy i zapewnić dobre, równomierne przyleganie tkaniny do pianki. Pompa podciśnienia to wydatek rzędu kilku tysięcy złotych. To w zasadzie jedyne urządzenie specjalistyczne. Resztę stanowić może typowe wyposażenie warsztatu-modelarni, przy czym bardzo przydatny okaże się kompresor napędzający narzędzia pneumatyczne.

Rury aluminiowe i profile stalowe nie wymagają atestów. Kosztują stosunkowo niewiele – około 4 000 PLN. Prace ślusarskie pochłoną jednak sporą liczbę roboczogodzin, nad samym metalem spędzimy bowiem w warsztacie około 300 h. Niektóre elementy, jak dźwignie i okucia, można wyciąć z aluminium/stali laserem lub wodą, w oparciu o pliki CAD (koszt wycięcia od kilkuset PLN w górę). Do wielu elementów potrzebujemy tokarki lub musimy zamówić te części. Dużo czasu zajmie także montaż zespołów, choć jest on intuicyjny, a dokumentacja kompleksowa i czytelna. Do złożenia szybowca potrzebować będziemy sporo normalek: śrub, wkrętów, nitów, nitonakrętek (koszt to kilkaset złotych). Bardzo poważny wydatek to tkanina pokryciowa wraz z osprzętem i niezbędną chemią – ponad 12 000 PLN. Za pasy, zaczep i podstawowe przyrządy pokładowe (prędkościomierz, wysokościomierz, wariometr, chyłomierz poprzeczny) zapłacimy około 10 000 PLN. Całość, tj. materiał plus prace, gdyby budować kolejny egzemplarz, należy szacować na około 50÷55 000 PLN brutto. Kwota ta nie uwzględnia jednak wydatków związanych z wynajmem i/lub utrzymaniem warsztatu. Sporą kwotę pochłonią oświetlenie i ogrzewanie, bowiem temperatura i wilgotność

to kluczowe parametry, które muszą być utrzymane przy pracy z żywicą.

Cały koszt wydaje się dość duży jak na szybowiec tej klasy, tym bardziej, że w zbliżonej cenie jesteśmy w stanie kupić na rynku wtórnym gotowe do lotu, sprawne fizycznie i formalnie, najtańsze szybowce certyfikowane.

Wnioski, nie zawsze pozytywne

Przyzwyczajiliśmy się do tego, że gdy ktoś opisuje swój produkt, własne dokonania, często koloryzuje. Zwłaszcza gdy stoi za tym potencjalny biznes. Niczego takiego nie ma w przypadku GOKO. Zbyt długo funkcjonuję w lotnictwie, aby naciągać rzeczywistość i nie mam w tym żadnego interesu. Faktem jednak pozostaje, że jest to szybowiec złożony, a nawet skomplikowany i konstrukcyjnie, i technologicznie. Wynika to w dużej mierze z pierwotnego zamierzenia, które formułowałem mniej więcej tak: „korzystamy ze sprawdzonych, typowych dla szybowców rozwiązań, eliminujemy praktyki i rozwiązania «garażowe», jakie zawierał amerykański Goat M. Sandlina”. Projekt został zapoczątkowany w Allstar PZL Glider jako SZD-60. Po wycofaniu się APG pierwszy egzemplarz budowaliśmy i uczylimy latać prywatnie z kolegą. A potem wielokrotnie modyfikowaliśmy GOKO.



Ryc. 7. Szczegóły podwozia oraz przeniesienia napędu lotek

Drugie GOKO powstało w ramach projektu dofinansowanego przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP). Pomimo zachowania ogólnej koncepcji i kształtu, jest to już zupełnie inny szybowiec. Także w opcji z napędem.

Pewne jest to, że proces uczenia się tego, co i jak poprawiać w nowej konstrukcji trwa bardzo długo. Czasami bez odpowiedzi pozostaje pytanie: „jak to zmieniać

i dlaczego akurat w ten sposób”? Zmiany wiążą się z fizycznymi przeróbkami, gdzie konieczne jest transportowanie szybowca do i z warsztatu. Jest to po prostu uciążliwe.



Ryc. 8. Holowanie na start

Przestaliśmy przejmować się środowiskiem, w którym zdarzali się nieprzychylni wobec tego, co robimy. Cóż, zazwyczaj najczęściej do powiedzenia mają ci, którzy nigdy nie budowali nawet papierowych modeli. Krytyka przychodzi łatwo, ale do tej pory nie wychwyciłem w niej mądrych przesłań. Piszę to po to, aby przestrzec potencjalnych adeptów konstruowania i budowania także przed tym aspektem.

To wszystko nie jest takie proste. Angażuje, wymaga wielu wyrzeczeń i nakładu pieniędzy czy też ogromnego wkładu pracy przy sumiennym rozliczaniu dotacji. Trudności sprawiają przede wszystkim niekończące się działania administracyjne, a nie samo budowanie, próby czy loty szybowcem.

Z drugiej strony budowanie bywa bardzo satysfakcjonujące! W Polsce właściwie nie ma aktualnie inicjatyw budowy szybowców. Pomijam tu pasjonata Jerzego Gruchalskiego ze Ślesina, dla którego odtwarzanie replik to misja życiowa. Mimo że to zajęcie dalekie od konstruowania, jest to piękna i wartościowa, służąca innym praca. Jednak potrzebujemy szybowców tu i teraz, na lotniskach, a nie tylko eksponatów do oglądania w Muzeum Lotnictwa Polskiego.

Tymczasem żadna z kilku polskich firm nie pokusiła się od lat o cokolwiek nowego. Ośrodki, politechniki, sieci badawcze? Mimo że jest ich dużo, oferują bardzo niewiele. To niedobrze, bo, przynajmniej teoretycznie, te firmy i instytucje mają potencjał, aby pojawiały się nowe konstrukcje. Jeżeli któraś cokolwiek tworzy, to są to jednostkowe modyfikacje projektów sprzed kilkudziesięciu lat. I prace te trwają latami. Mam wątpliwości, czy służy to komukolwiek bądź czemukolwiek poza doraźnym celem konsumowania dotacji przez wąskie środowisko. Ale, jak nadmieniałem, już samo rozliczanie projektu to wymagający i uciążliwy projekt.

Mimo wszystkich niedogodności, serdecznie zachęcam do podejmowania inicjatyw. Choćby na papierze, w postaci szkiców, obliczeń, modeli cyfrowych czy fizycznych modeli RC w skali. To mądre, rozwijające zajęcie.

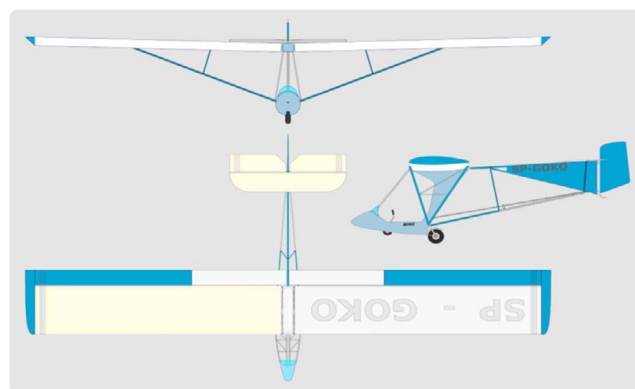
Nie bądźmy krytykami wszystkiego wokół. Mamy marzenia, przygotowaliśmy koncepcję lekkiego, zgrabnego, w pełni kompozytowego szybowca. „Ale to już było!” – zaoponują niektórzy. Tak, 30 lat temu był projekt PW-2 „Gapa”. I co? Otóż, nie wykorzystano zupełnie potencjału tej konstrukcji. Nie wykorzystano również wiedzy, talentu i pasji warszawskiego zespołu. Japończycy do dzisiaj zachwycają się „Gapką”, bezpiecznie skuteczniają krótkie loty, w których biorą udział także dzieci. Przykre, że ten – w moim pełnym

przekonaniu – udany, fantastyczny wręcz szybowiec znalazł uznanie wszędzie tylko nie u nas. Jedyna latająca w kraju „Gapa” znajduje się w rękach kolegi z Mielca. Ile radości daje lot tym szybowcem, wiedzą ci, którym Paweł go udostępnia. Ja wiem, bo też czasem korzystam.

Podsumowanie

Latajcie na szybowcach, projektujcie, a może i budujcie. Pracujcie wspólnie, bo inicjatywy samodzielne mają marne szanse powodzenia. Przepisy dotyczące urządzeń latających dają pewne możliwości obejścia nadzoru lotniczego, który na pewno nie pomoże Wam w projektowaniu i budowie, ale nie będzie też przeszkadzał.

Na razie wygląda na to, że pierwszym konstruktorem będzie firma Blanik Aircraft z Czech ze swoim, jakże zgrabnym szybowcem UL 120, opisanym w kwietniu 2024 r. niemieckim miesięczniku „Aerokurier”³.



Ryc. 9. GOKO – pierwszy prototyp w szkicu Romana Kiełpińskiego

Podstawowe dane techniczne pierwszego prototypu GOKO

Rozpiętość	11,20 [m]
Długość	5,20 [m]
Wysokość	2,20 [m]
Profil skrzydeł	M&M Sailplanes
Ciężka skrzydła	1,5 [m]
Powierzchnia nośna	16,5 [m ²]
Maksymalne obciążenie powierzchni	13,2 [kg/m ²]
Wydłużenie	7,3
Masa szybowca pustego	114,5 [kg]
Maksymalna masa w locie	220 [kg]
Wznios skrzydeł	2,5°
Kąt zaklinowania statecznika poziomego wobec ciężki aerodynamicznej skrzydła	5,5°

3 <https://www.aerokurier.de/ultraleicht/weller-rebell-jetzt-als-schnellbausatz/>

