

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jiří Langer; Zdeňka Pinkavová

Výtvarné umění a výuka fyziky aneb O vymítání humanizace humanizací

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 40 (1995), No. 4, 218--225

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138428>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1995

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Literatura

- [1] AKI, K., RICHARDS, P. G.: *Quantitative Seismology*. San Francisco, W. H. Freeman and Co. 1980.
- [2] BOLT, B. A.: *Inside the Earth*. San Francisco, W. H. Freeman and Co. 1982.
- [3] DZIEWONSKI, A. M., ANDERSON, D. L.: *Preliminary Reference Earth Model*. Phys. Earth Planet. Inter. 25 (1981), 297.
- [4] FOWLER, C. M. R.: *The Solid Earth*. Cambridge University Press 1990.
- [5] JACOBS, J. A.: *A Textbook on Geonomy*. London, Adam Hilger 1974.

Výtvarné umění a výuka fyziky

aneb

O vymítání humanizace humanizací

Jiří Langer a Zdeňka Pinkavová, Praha

Jedním z hesel diskusí o reformách školství se stala humanizace výuky. Přírodovědci, jmenovitě z exaktních oborů, ji přijímají tak trochu s rozpaky. Ne proto, že by měli něco proti výchově v duchu např. Masarykových „Ideálů humanitních“, nýbrž pro mnohoznačnost a tendenčnost, které slovo „humanismus“ a jeho odvozeniny skrývají. V obecném povědomí bývají disciplíny „nehumanitní“ totiž často chápány jako „nehumánní“, protilidské, právě v důsledku tendenční terminologie. To je stejně neopodstatněné, jako kdybychom list „L'Humanité“ automaticky pokládali za oddanější ideálům lidství než např. „Le Monde“ jen pro jeho název (v této souvislosti nás může upoutat náhoda, že v Trávníčkově Slovníku jazyka českého stojí heslo „humánní“ před slovem „humbuk“).

V kulturní historii se jako humanismus označuje myšlenkový proud, který „spolu s usilovným studiem antické kultury více obracel pozornost k člověku a jeho pozemskému životu“. Jeho raný představitel Dante vložil Odysseovi do úst slova „člověk tu není,

Doc. RNDr. JIŘÍ LANGER (1939) je docentem teoretické fyziky na katedře teoretické fyziky MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8.

Mgr. ZDENĚKA PINKAVOVÁ (1971) je učitelkou na ZŠ Ústavní 400, 180 00 Praha 8.

Základem článku byla seminární práce Z. P. k přednášce J. L. „Fyzikální obraz světa“ na MFF UK s částečnou finanční podporou Fondu rozvoje vysokých škol grantem FR-0710.

aby žil jak zvíře, je naším cílem ctnost a poznání“. Nechme Dantovým vykladačům, zda umístil Istivého ithackého krále do dosti hlubokého kruhu pekla proto či přesto, že těmito slovy přiměl posádku k průzkumné plavbě za Herkulovy sloupy. Nicméně toto kladení ctností a vědění na stejnou úroveň v žebříčku hodnot bylo typické pro renesanci, kdy se rodila věda v dnešním smyslu. V kulturních dějinách novověku pak sice často docházelo k soupeření racionálního a emotivního přístupu ke světu, snah o akcentování vědeckého poznání či naopak „duchovních“ hodnot, ve skutečnosti jsou však tyto „dvě kultury“, užíjeme-li terminologie C. P. Snowa [1], těsně provázány. Racionální myšlení a emoce jsou sice ovládány různými mozkovými hemisférami, ale lobotomie, přerušení spojuj mezi oběma částmi mozku, nemůže vést k ničemu dobrému.

Nebudeme však příliš filozofovat, abstraktní úvahy hrají ve skutečnosti podružnou roli, když dojde k lámání chleba: k rozdělování podílu různých předmětů ve školních osnovách. I kdyby se všichni účastníci dělení společného koláče plně shodovali na principu renesanční harmonie ve vzdělávání, každý bude snášet dobré důvody, proč právě on potřebuje o něco větší kus, aby se tato harmonie naplnila. Chceme proto raději upozornit na nevyužitý prostor, který při vzdělávání (přetíženého?) dítky či adolescenta zbývá.

Základní myšlenka, jistě že nejenom naše, je jednoduchá: vykládat přírodovědné předměty, my se budeme držet fyziky a matematiky, v jejich kulturních a historických souvislostech. To nemusí klást přílišné nároky na čas ve vyučovacích hodinách, i krátké zmínky o filozofických aspektech fyzikálních poznatků, historické poznámky začleňující určitý objev do doby jejího vzniku či literární citáty mohou být velmi účinné především tím, že vedou žáka k zamyšlení, či ho upozorní na vhodnou četbu. Může to přinášet prospěch nejen obecnému kulturnímu vzdělání žáka, ale i samotné odborné výuce. Pokud student se zájmem o přírodní vědy vidí, že učitel oblíbeného předmětu má kulturní rozhled, pochopí, že ani on by se neměl orientovat jednostranně. Žákům, pro které matematika a fyzika má naopak příchut pelyňku, mohou takové kulturní vložky učinit předmět záživnějším. Humanizací mléka se rozumí přizpůsobení kravského mléka lidskému tak, aby bylo pro děti stravitelnější; dobře pojatá humanizace výuky může mít obdobný efekt.

Z hlediska výuky fyziky nenavrhujeme vlastně nic více, než co se stalo standardním stylem v odborné literatuře i na vědeckých konferencích. Zde se setkáváme s literárními citáty, vtipy i kulturními reminiscencemi. Sonda Gioto zkoumající Halleyovu kometu při jejím posledním přiblížení dostala své jméno podle padovské fresky, na níž malíř kometu zobrazil. Pro jméno kvarků se sahlo do díla Jamese Joyce. Paradoxně jsou to školské učebnice fyziky, které si uchovávají mnohem větší vyjadřovací strohost, než odborné publikace.

Výsledkem by mělo být především to, aby se žák či student naučil chápat lidskou kulturu jako organický celek. Takto pojatá výuka přírodovědných disciplín může mít ve svém výsledku větší efekt pro vytváření obecného kulturního rozhledu, než přidání hodin literatury na úkor např. matematiky či biologie. V dalším textu naznačíme několik praktických možností z oblasti výtvarného umění.

Výtvarná umění a fyzika

Krátce po druhé světové válce napsal Paul Laporte, profesor estetiky na d'Olivet Collège, dopis Albertu Einsteinovi, ve kterém vyslovil názor, že teorie relativity byla duchovním zdrojem vzniku kubismu [2]. Podle Laportea kubismus zavedl „čtvrtou dimenzi“ k vyjádření pohybu, Picasso vyjádřil „současnost různých pohledů . . . , které mohou být výsledkem pohybu objektu nebo pozorovatele“ a uvedl řadu dalších aspektů, které podle jeho názoru ukazují na spojení Picassova zobrazení skutečnosti a pohledu na svět, který přinesla teorie relativity.

Einstein v dopise ze 4. května 1946 [3] tento názor odmítl. Upozorňuje Laportea na chybné chápání podstaty teorie relativity, „omyly, které bezpochyby vznikly ve snaze o populární výklad“, píše s laskavostí sobě vlastní. Uvádí však i svůj názor, v čem je možno srovnávat umění s vědou a v čem cítí rozdíly. „Nehovoříme-li o praktické hodnotě vědy, vidím určitou analogii mezi aspiracemi vědeckými a uměleckými. Věda i umění se snaží o syntézu, která vede od nejasných podnětů k čistotě a zřetelnosti. Tato čistota a zřetelnost nám přináší hluboké uspokojení jak ve vědě, tak v umění. Ve vědě jsou organizačním principem jednoty logická spojení, zatímco v umění zůstává organizační princip v podvědomí; zakládá se na tradičních vazbách, které ale v živé tradici působí stejně přesvědčivě, jako pro lidi zabývající se vědou vazby logické.“

Neexistují žádné důkazy, že v r. 1907, kdy vznikly „Avignonské slečny“, pokládané za první kubistické dílo, Picasso cokoli věděl o teorii relativity a analogie mezi kubistickým výrazem a skutečným obsahem teorie relativity je bezpochyby umělá; v tom je jistě třeba dát Einsteinovi za pravdu. Na druhé straně je těžké jasně vysledovat zdroj umělecké inspirace, a to i pro umělce samotného, leží-li „organizační princip umění“ v podvědomí, jak Einstein píše. Je stěží jen náhoda, že se umělecké směry, jejichž výrazové prostředky se markantně odklánějí od klasických tradic zobrazování skutečnosti, začaly výrazně prosazovat zhruba ve stejné době, kdy fyzika opustila klasické představy o prostoru, čase a hmotné substanci, i když spojitost může být hodně nepřímá. Lze nalézt i explicitní vyjádření umělců v tomto směru. Vasilij Kandinskij [4] vzpomíná, jak jeho vidění světa ovlivnil Becquerelův objev radioaktivity: „Rozpad atomu se v mé duši rovnal rozpadu celého světa. Najednou padly ty nejsilnější zdi. Nebyl bych se podivil, kdyby se ve vzduchu přede mnou rozplynul kámen a stal se neviditelným.“ Marinettiho „Manifest futurismu“ z r. 1909 [5] nese jasné stopy fyzikálního žargonu. Podle [6] Alexandr Calder, známý především svými mobily, právě tak jako jeden ze zakladatelů abstraktního malířství Piet Mondrian „toužili po umění, které by odráželo matematické zákony vesmíru“. Konec konců, vrátíme-li se k Laportevě tezi, jeho pojetí „čtvrté dimenze“ má sice málo společného s pojetím času v teorii relativity, jenže představu času jako „čtvrté dimenze“ nepřinesl až Minkowského prostor. O času jako dalším rozměru hovoří např. H. G. Wells ve „Stroji času“, vydaném v r. 1895. Zde ovšem nijak nepředjímá teorii relativity, čas jako dimenze zde vystupuje v triviálním smyslu diagramu znázorňujícího dráhu jako funkci času a označení času jako další dimenze nijak fyzikálně neopodstatňuje „cestování v čase“ (Wells mimochodem správně rozebírá některé paradoxy, ke kterým cesty v čase vedou). Terminologie však je jasně přejata z exaktních věd, tak jako stopy tohoto původu nese dnes běžné úsloví

„podívat se na něco z další dimenze“. Možná jen malá část umělců souhlasila s Adolfem Hoffmeisterem, že rovnice $E = mc^2$ je pro umělce nanejvýše inspirativní, když navrhl toto diskusní téma na jednom zasedání výtvarníků. Jenže chtě nechtě, každý člověk nějak reaguje na prostředí, ve kterém žije, a nemůže být pochyb o tom, že věda se podepsala na velké části spotřebních statků, které nás obklopují, právě tak jako na duchovním klimatu, ve kterém žijeme. Umělce může inspirovat vědecký obraz světa, i když jej chápe nesprávně. A platí to samozřejmě i obráceně, umění se podílí na intelektuálním ovzduší, ve kterém žijí vědci, a zdroje inspirace ve fyzice, kde řada velkých fyziků zdůrazňuje krásu jako kritérium teorie, mohou být stejně nepřímé, jako v umění.

V historii ovšem nacházíme řadu souvislostí daleko bezprostřednějších. Historie perspektivního zobrazování patří stejně do historie malířství jako do historie matematiky. M. Kline [7] nazývá projektivní geometrii „vědou zrozenou z umění“. Všestrannost Leonarda da Vinciho je všeobecně známá a těžko rozpoznat, nakolik technické a vědecké úvahy ovlivňovaly jeho výtvarný projev a obráceně. Ve středověkém i renesančním umění nacházíme řadu prvků vycházejících z astronomických a kosmologických představ přejatých z antiky, na jejichž vzniku se podílelo jak řecké matematické myšlení, tak astronomická pozorování. V knize o pražském orloji upozorňuje Z. Horský [8] na astronomickou symboliku na staroměstské mostecké věži a samozřejmě především orloj sám vytvořilo spojení matematických znalostí a mechanické dovednosti s výtvarným uměním.

Všimněme si ale i jiného aspektu. Antické kosmologické koncepce vycházely z kombinací kruhových drah planet — dokonalé objekty se musí pohybovat po nejdokonalějších křivkách. Kružnice jsou dokonalé ve smyslu vysoké symetrie. V antickém Řecku však vznikl též variační problém — nalézt uzavřenou křivku dané délky ohraničující obrazec o co největším obsahu. Říkalo se mu Didónina úloha podle legendy o kartaginšské královně, známé z Aeneidy. Když si v Africe, kam byla nucena emigrovat, chtěla zakoupit půdu, nabídli jí za její stříbro tolik půdy, kolik obsáhne volská kůže. Didó však na lichvářského prodejce vyvrála tím, že rozřezala kůži na tenký pásek, kterým obklopila značné území.

Řešením úlohy je samozřejmě kružnice. Je to tedy dokonalá křivka nejen z estetického, ale i přízvěrně praktického hlediska. Ale takový přízvěrně praktický pohled zasahoval vždy i do umění, přinejmenším umění užitého a architektury. Zde se vždy uplatňovala funkčnost právě tak jako estetické hledisko. Symetrický tvar nádob nebyl od dávných časů diktován jen smyslem pro krásu. Taková nádoba se dobře vyráběla na hrncířském kruhu a zaručovala větší objem při dané hmotnosti. Vznosný vnější opěrný systém gotické katedrály není samoučelná ozdoba; kompenzuje horizontální složku síly sváděné žebrem do pilíře. Celý vývoj stavebních slohů je dějinami spolupráce statiky a uměleckého pohledu.

Konec konců stačí sledovat, jak se v tomto století vyvíjelo naše estetické cítění vzhledem k tvaru automobilů. Nemůžeme sice tvrdit, že znalost zákonů aerodynamiky způsobila posun našeho estetického vnímání směrem k oblým tvarům, ty jsme již dříve obdivovali na tělech delfinů či říčních valounech. Jenže tyto zákony působily již dávno před Stokesem a vedly k vývoji těchto přírodních vzorů. Podobně pravidelnost krys-

talové mříže nezdůvodňujeme estetickými principy, nýbrž snahou dosáhnout minima volné energie. Odtud můžeme odvíjet těžko rozhodnutelné úvahy o původu našeho estetického citění. To, co pocítujeme jako krásu fyzikální teorie, není tak zásadně odlišné od toho, co obdivujeme u uměleckého díla.

Hrst nápadů pro výuku fyziky a matematiky

Předchozí úvahy ukazují, že humanizace výuky v naznačeném pojetí má své vnitřní oprávnění a důvěrnější seznámení s fyzikálním obrazem vesmíru rozhodně nesnižuje vnímavost k seifertovským „všem krásám světa“. Okořenění výkladu promítnutím snímků výtvarných děl může být funkční i z hlediska odborného.

Reprodukce výtvarných děl se dají využít především pro charakteristiku doby vzniku fyzikálního objevu. Mluvíme-li o Keplerových zákonech, je vhodné ukázat některé výtvarné památky z doby Rudolfa II., a tak připomenout Keplerův pražský pobyt, během kterého dva z těchto zákonů objevil. Můžeme ukázat i pohled z výšky na obří elipsu náměstí sv. Petra v Římě, kterou koncipoval Bernini zhruba v době, kdy Galileo Galilei vydal „Dialog o dvou systémech světa“. Není zde samozřejmě přímá souvislost s eliptickými drahami planet, ale jsou zde silně zdůrazněny geometrické prvky (v dláždění jsou vyznačena ohniska elipsy), takže vyniká úloha matematiky v projektech velkých architektů té doby.

Časové zařazení vědců a jejich objevů odhaluje souvislosti mezi jejich dílem a obecným kulturním děním. V Anglii newtonovské doby byl nejvýznačnějším výtvarným umělcem bezpochyby Christian Wren, sám výborný matematik. Matematicky přísný řád jeho staveb (jedna z nejznámějších, chrám sv. Pavla v Londýně, byla v době vydání Newtonových Principií rozestavěná) demonstruje duchovní spřízněnost s newtonovskou vědou.

U blízkých sousedů, v Holandsku, je druhá polovina 17. století obdobím realistických malířů jako Vermeer a van der Velde navazujících na Rembrandta. Lze najít nějakou souvislost mezi vědou a žánrovými obrazy měšťanských domácností, holandského venkova, přístavů a lodí? Při troše snahy ano.

Když Rudolf II. sponzoroval Tychona Brahe a Keplera, mísily se k jeho zájmu o vědu především motivace astrologické. Když Karel II. založil v r. 1675 Královskou observatoř v Greenwichi, mělo to též motivaci v úloze, kterou hrají hvězdy v osudech lidí i státu, ale v daleko praktičtějším smyslu. Astronomické znalosti měly odedávna své praktické aspekty (kalendář, doby sklizně), životně důležité však byly pro navigaci lodí, právě tak jako znalost zákonitostí přílivu a odlivu pro jejich provoz. S tím souvisela i potřeba přesného měření času a zdokonalení kartografie. A tak krásné plachetnice van der Veldeho souvisejí s vědou vcelku blízce, tak jako ty měšťanské domácnosti, jež mnohé za své bohatství vděčily právě námořnímu obchodu. Učenec na obraze „Astronomie“ Vermeera van Delft je spíše pomocníkem geografa, než dědicem astrologické tradice.

Newtonovská „přírodní filozofie“ měla ovšem lví podíl i na duchovní atmosféře „věku rozumu“. O jejím vlivu v této oblasti se dočteme např. v [5] a [6].

Hledáme-li stopy „filozofie rozumu“ v malířství 18. století, první pohled nedává moc naděje, kromě nápadné absence náboženských motivů. Snad bychom je mohli cítit v drsném realismu Williama Hogartha či klasicismu Joshuy Reynoldse či spíše v jejich racionálních teoretických analýzách estetiky. Ale kde je „Rozum“ v galantních obrazech Watteauových, Boucherových a La Tourových, či dokonce lechtivých malbách Fragonardových?

O posledním malíři napsal na počátku našeho století Richard Muther v Dějinách malířství [9], že některá jeho díla „... by dnes propadla neodvratně státnímu návladnímu. Vpálili by mu znamení pornografa, postavili by jej jako menetekel morální zbahnělosti“ — a v době barokní by asi dopadl ještě hůře. Uvolnění morálky bylo jedním z průvodních jevů volnomyšlenkářství 18. století. Řekněme však něco ke cti těch koketních dam a přelétavých pánů, které zachycovali rokokoví malíři. V pařížských salonech se nejen flirtovalo, ale hovořilo se i o filozofii a newtonovské fyzice a zřejmě ne zcela mēlce, jak o tom svědčí čtenářský úspěch Voltairova výkladu newtonovské filozofie či Algarottiho „Newtonianismu pro dámu“ [10], jakož i obraz Maurice La Toura Slečna Ferrandová medituje nad Newtonem (obr. 1).



Obr. 1. Maurice Quentin de la Tour (1707–1788). Slečna Ferrandová medituje nad Newtonem (kolem 1753).

Ambiciózní neuskutečněný projekt kenotafu Newtonova od Etiena Louise Boullée z předvečera francouzské revoluce je jakoby tečkou za věkem, jehož možná naivní víru v sílu vědění vystřídala romantická reakce, předznamenaná výrokem básníka a malíře Williama Blakea: „Věda je ďábel, jehož velekněžími jsou Newton a Locke“.

Dnešní žák asi necítí přílišné nadšení, když se poprvé setká s Newtonovými zákony. Snad ho zaujmou více, podaří-li se nám sdělit, jaký zlom v lidském myšlení znamenaly a jaké nadšení vzbudil tento klíč k matematickému předpovídání budoucnosti v intelektuálních kruzích ponewtonovské doby. Také ho možná překvapí, že základní zákony pohybu umělých družic byly známy v době, kdy dámy nosily krinolíny a alespoň některé z těchto dam jim rozuměly. Poskytne mu to zároveň pohled na století, z něhož vyklíčila francouzská revoluce, z jiného úhlu, než zná z dějepisu.

Některá výtvarná díla však mohou sloužit i jako přímá pomůcka výkladu. V podstatě každá stavba představuje bohaté pole k výkladu statiky a skládání sil. Úvaha na téma, jak se může ještě naklonit věž v Pise, aniž se zřítí, mu dodá dramatičnosti. Napětí svalů na sochách lukostřelců demonstruje princip akce a reakce; i na sochách, kde vlastní zbraň chybí, jasně vidíme, že postava napíná luk. Technika vrhu diskem, krásně zachycená na antických sochách, demonstruje princip setrvačnosti (kterým směrem poletí disk, který opisoval s rukou vrhače kruhovou dráhu?) A nejde jen o záminku, jak „humanizovat“ — pojmy jako síla, práce, výkon mají nesporně antropomorfní původ.

Na některých dílech užitého umění můžeme demonstrovat, jak funkčnost vynutila určitou formu v zásadě neproměnnou v průběhu věků. Již antické džbány mají hubičku k nalévání, nízko posazené těžiště kvůli stabilitě a oblý tvar k dosažení co největšího obsahu při zachování ostatních požadavků. Podobně je tomu se židlemi a dalšími objekty.

Při výkladu o vlnění a odrazu vln můžeme ukázat obrázky antických divadel se skvělou akustikou. Vitruviovo dílo „Deset knih o architektuře“ [11] ukazuje, jak vyspělé byly antické empirické znalosti jevů, personifikovaných nešťastnou nymfou Échó. Vitruviova kniha je ostatně pozoruhodná i tím, že kombinuje uměleckou a technickou stránku stavitelství a najdeme zde i popisy základních „jednoduchých strojů“ a řady antických technických zařízení. Zachycení odrazu světla, zrcadlení ve vodní hladině a rafinované hry světla a stínu lze ukázat na bezpočtu malířských děl. Mozaiky a obrazy některých postimpresionistů, Paula Signaca a dalších, vytvářené různobarevnými tečkami, nabízejí analogii s vytvářením obrazu v televizi.

Pravou pokladnicí pro demonstrace v matematice i fyzice je dílo M. C. Eschera. Jeho hry s perspektivou, symetrií, výplněmi ploch a zrcadlením, grafiky s názvy jako „Gravitace“, „Hvězda“, „Relativita“ či varianty Möbiových listů doplní organicky výklad řady témat. Obraz „Galerie“ (obr. 2) bere L. Verlet [12] jako alegorii určitého paradoxu snahy o úplný popis světa: při fyzikálním popisu zaujímáme stanovisko vnějšího pozorovatele, snažíme se však do popisu zahrnout i nás samotné.

Takto lze pokračovat, naším záměrem však není dávat zcela konkrétní recepty. Také si vůbec nepředstavujeme, že naznačené myšlenky by měly být užívány nějakým unifikovaným způsobem či dokonce vstoupit do osnov. Mohou snad ale inspirovat



Obr. 2. Maurits C. Escher (1898–1972). Galerie tisků (1956).

učitele, který má k výtvarnému umění určitý vztah a který si je přizpůsobí vlastnímu názoru a zkušenosti, případně mohou inspirovat autory učebnic.

L i t e r a t u r a

- [1] SNOW C. P.: *The Two Cultures and The Second Look*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1964.
- [2] EISENSTAEDT J.: *A propos de cubisme et de relativité: d'Einstein à Picasso...* Arts and sciences, M. Sicard ed. Paris (bude publikováno).
- [3] Einstein Archives 57-039; 041.
- [4] DÜCHTING H.: *Vasilij Kandinskij*. Benedikt Taschen Verlag, Köln, Slovart, s. r. o., Bratislava, 1993.
- [5] LANGER J.: *Fyzika jako součást kultury*. Pokroky mat. fyz. astr. 33 (1988), 7.
- [6] GOMBRICH E. H.: *Příběh umění*. Odeon, Praha 1990.
- [7] KLINE M.: *Mathematics in Western Culture*. Oxford Univ. Press, Oxford, London, N. Y. 1971.
- [8] HORSKÝ Z.: *Pražský orloj*. Panorama, Praha 1988.
- [9] MÜTHER R.: *Dějiny malířství*. Šolc a Šimáček, Praha.
- [10] LANGER J.: *Věda ve stylu Pompadour*. Vesmír 69 (1990), 631.
- [11] VITRUVIUS: *Deset knih o architektuře*. Svoboda, Praha 1979.
- [12] VERLET L.: *La malle de Newton*. Gallimard, Paris 1993.