

UNIVERZITA KARLOVA  
FILOZOFICKÁ FAKULTA  
STUDIA NOVÝCH MÉDIÍ



Diplomová práce

*Bc. Jan Vlnas*

## **Web, který nebyl: Xanadu a alternativní pojetí hypertextu**

The Web That Wasn't: Xanadu and alternative approaches to hypertext

Vedoucí práce: Mgr. Vít Šisler, Ph.D.  
Konzultant: Mgr. Josef Šlerka

31. července 2017



## Poděkování

Děkuji Mgr. Vítu Šislerovi, PhD. za vedení práce a připomínky k jejímu formálnímu provedení, Mgr. Josefu Šlerkovi za doporučení k obsahu práce a pomoc při výběru tématu. Oběma děkuji za čas a ochotu, kterou mi věnovali. Děkuji také Mgr. Jakubovi Fialovi za podporu během celého studia. Mé velké díky patří Janě Adě za svatou trpělivost a cenné rady nejen k této práci. V neposlední řadě děkuji mé rodině za akademické tipy a motivaci během studia.



# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce (dále jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené.

V Praze dne 31. července 2017

.....

Univerzita Karlova

Filozofická fakulta

© 2017 Jan Vlnas. Některá práva vyhrazena.

### **Odkaz na tuto práci**

VLNAS, Jan. *Web, který nebyl: Xanadu a alternativní pojetí hypertextu*. Praha, 2017. Dostupné z DOI: 10.5281/zenodo.835337. Diplomová práce.

Univerzita Karlova, Filozofická fakulta, Studia nových médií. Vedoucí práce  
Vít ŠISLER.

# Abstrakt

Projekt *Xanadu* je komplexní hypertextový systém předcházející *World Wide Web*, který doposud nebyl v plném rozsahu realizován. Cílem této práce je popsat vlastnosti systému *Xanadu* a kriticky zhodnotit možnosti, přínosy a limity jejich přenesení do kontextu současného Webu. Po představení historického kontextu hypertextových systémů práce analyzuje projekt *Xanadu* ze dvou úhlů: jako soubor abstraktních návrhů a jako sérii dílčích softwarových prototypů. Práce definuje hlavní vlastnosti a cíle systému *Xanadu*, které jsou následně přeneseny do kontextu současného Webu s využitím nových webových standardů a technologií. Z dílčích navržených řešení je syntetizován návrh, který realizuje vlastnosti *Xanadu* v prostředí Webu.

**Klíčová slova** *Xanadu*, Ted Nelson, hypertext, hypermédia, Memex, NLS, WWW, permanentní Web





# Abstract

*Project Xanadu* is a complex hypertext system, a predecessor of the *World Wide Web*, which has not been implemented in its full potential. The goal of the thesis is to describe features of Xanadu and to critically evaluate implementation options of these features in the current Web with benefits and limitations of this approach. The thesis introduces a historical context of hypertext systems and analyzes Project Xanadu from two viewpoints: as a set of abstract designs and as a series of software prototypes. The thesis defines main features and goals of Xanadu and recontextualizes them for the current Web using new web standards and technologies. Based on the proposed solutions a new design is conceived which implements features of Xanadu in the context of the Web.

**Keywords** Xanadu, Ted Nelson, hypertext, hypermedia, Memex, NLS, WWW, Permanent Web



# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>15</b>
Cíl práce a výzkumné metody . . . . .	16
Struktura práce . . . . .	17
Vymezení konceptu hypertextu . . . . .	17
Přehled zdrojů . . . . .	18
<b>1 Přehled hypertextových systémů</b>	<b>21</b>
1.1 Traité de documentation . . . . .	21
1.2 Memex . . . . .	23
1.3 NLS/Augment . . . . .	27
1.4 HES a FRESS . . . . .	30
1.5 Intermedia . . . . .	33
1.6 Storyspace . . . . .	34
1.7 Microcosm . . . . .	36
1.8 Hyper-G/HyperWave . . . . .	37
1.9 Enquire a World Wide Web . . . . .	39
1.10 Shrnutí . . . . .	41
<b>2 Xanadu: Vize a skutečnost</b>	<b>43</b>
2.1 Evoluce vize Xanadu . . . . .	43
2.1.1 ELF a hypertext . . . . .	44
2.1.2 Hypermédia a film . . . . .	46
2.1.3 Počátky Xanadu a Hypertext Implementation Notes . . . . .	46
2.1.4 Setkání s Engelbartem . . . . .	49
2.1.5 Rané technické návrhy . . . . .	49
2.1.6 Enfilády . . . . .	51
2.1.7 Computer Lib / Dream Machines . . . . .	52

2.1.8	Xanadu Operating Company . . . . .	56
2.1.9	Literary Machines . . . . .	57
2.1.10	Prokletí Xanadu . . . . .	60
2.1.11	Pozdější vývoj a Web . . . . .	61
2.2	Prototypy a implementace Xanadu . . . . .	62
2.2.1	Juggler of Text . . . . .	62
2.2.2	Udanax Green (xu88) a Pyxi . . . . .	63
2.2.3	Udanax Gold (xu92.1) . . . . .	64
2.2.4	OSMIC . . . . .	64
2.2.5	ZigZag . . . . .	65
2.2.6	CosmicBook . . . . .	66
2.2.7	TransQuoter . . . . .	67
2.2.8	Xanadu Space . . . . .	67
2.2.9	Xanadoc, OpenXanadu a XanaViewer . . . . .	68
2.3	Vlastnosti a cíle Xanadu . . . . .	71
2.3.1	Perzistence a dostupnost obsahu . . . . .	73
2.3.2	Transkluze obsahu . . . . .	74
2.3.3	Plovoucí odkazy a vizualizace vazeb . . . . .	75
2.3.4	Systém provizí, transcopyright . . . . .	76
2.4	Shrnutí . . . . .	77
<b>3</b>	<b>Web, který může být</b> . . . . .	<b>79</b>
3.1	Xanadu kontra Web . . . . .	79
3.2	Přenesení vlastností Xanadu na Web . . . . .	81
3.2.1	Perzistence a verzování dokumentů . . . . .	81
3.2.2	Precizní adresace obsahu a anotace . . . . .	84
3.2.3	Obousměrné odkazy . . . . .	85
3.2.4	Transkluze . . . . .	87
3.2.5	Mikroplatby a transcopyright . . . . .	88
3.3	Shrnutí . . . . .	90
3.3.1	Syntéza řešení . . . . .	91
	<b>Závěr</b> . . . . .	<b>97</b>
	<b>Bibliografie</b> . . . . .	<b>101</b>

## Seznam obrázků

2.1	Udanax Green a Pyxi (1999) . . . . .	63
2.2	CosmicBook (2001) . . . . .	66
2.3	Xanadu Space (2007) . . . . .	68
2.4	OpenXanadu (2014) . . . . .	69
2.5	XanaViewer3 (2016) . . . . .	70



# Úvod

Pojem „hypertext“ bývá často chápán jako synonymum Webu. Co jiného jsou podtržené odkazy, které nás po kliknutí přenesou na nový dokument? Koneckonců, webové technologie mají slovo „hypertext“ v názvu: HTML (*HyperText Markup Language*) a HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). I přes využití stejné terminologie není Web ekvivalent hypertextu, pouze jedna z jeho mnoha aplikací (Barnet, 2014, s. xx).

Theodor Holm Nelson vymyslel slovo hypertext v šedesátých letech a jeho vize byla výrazně širší. Nelson si pod hypertextem představoval sofistikované elektronické médium umožňující nové formy práce s textem, které na papíře nejsou možné. V Nelsonově vizi měl hypertext sloužit k vytváření viditelných vazeb mezi dokumenty a ke komplexnímu porovnávání alternativních verzí těchto dokumentů. Dále měl hypertext umožnit „natahovat“ texty v různých rozměrech a pracovat s multimediálními objekty stejně snadno, jako s textem. Praktickou aplikací Nelsonova konceptu hypertextu byl projekt Xanadu®<sup>1</sup>. Tento projekt měl být globální systém hypertextové literatury, „magické místo literární paměti“ (Nelson, 1993, s. 1/30), kde uživatelé rozvíjí, revidují, anotují, citují a remixují rostoucí hypertextový korpus. I přes velkou snahu se tuto vizi nepodařilo Nelsonovi realizovat.

Projekt Xanadu existuje přes padesát let. Během této doby procházel návrh systému neustálým vývojem, přestože jeho hlavní cíle zůstaly stále stejné. O projektu koluje mnoho mýtů a existuje na něj celá řada protichůdných názorů. Zatímco někteří autoři tvrdí, že Nelsonův návrh je příliš komplikovaný, aby byl realizován (McConaghy et al., 2015, s. 17), jiní chápou jako jeho realizaci Web (Wikisofia, 2017). Z populárního článku o historii Xanadu *The Curse of Xanadu* (Wolf, 1995) lze pro změnu získat dojem, že Nelsonův projekt byl na začátku

---

<sup>1</sup>Xanadu je registrovaná ochranná známka Theodora H. Nelsona v USA. Nelson si explicitně přeje, aby tato informace byla v textech o Xanadu alespoň jednou zmíněna (Nelson, 2010b).

devadesátých let mrtvý. Nelson označil autora článku za nájemného zabijáka (viz str. 60) a za posledních dvacet let představil několik prototypů Xanadu. Tyto kontrasty kolem Xanadu pro mě byly motivací dozvědět se o projektu více.

## Cíl práce a výzkumné metody

Cílem mé práce je popsat vlastnosti systému Xanadu a kriticky zhodnotit možnosti, přínosy a limitace jejich přenesení do kontextu současného Webu. V práci se snažím odpovědět na následující otázky:

- Jak se liší Nelsonem navržené vlastnosti Xanadu od vlastností současného Webu?
- Jakým způsobem lze o tyto vlastnosti současný Web obohatit?

Na projekt Xanadu je v této práci nahlíženo ze dvou úhlů: jako na soubor abstraktních návrhů a jako na sérii dílčích softwarových prototypů. Analýza Nelsonových návrhů je ukotvená v historickém kontextu vybraných hypertextových systémů. Na základě identifikovaných vlastností a cílů systému Xanadu jsem provedl komparativní analýzu, v rámci které porovnávám zmíněný systém s Webem. K požadovaným vlastnostem Xanadu jsou přiřazeny odpovídající webové standardy a protokoly. Z výsledků komparace je syntetizován návrh, který přináší vlastnosti Xanadu do prostředí Webu.

Práce identifikuje následující hlavní vlastnosti systému Xanadu: stálá archivace dokumentů a jejich verzí, opětovné použití a „remixování“ obsahu (*transkluze*), vytváření viditelných, obousměrných spojení mezi dokumenty a provizní systém mikroplateb s alternativním modelem autorských práv (*transcopyright*). Na základě aplikace těchto vlastností v prostředí Webu navrhuji následující řešení: *peer-to-peer* technologie pro stálou archivaci a verzování dokumentů (permanentní Web), standard webových anotací pro vytváření viditelných spojení mezi dokumenty a technologie virtuálních, kryptografických měn pro mikroplatby a evidenci autorských práv (skrze *blockchain*). V rámci mnou navržených řešení zohledňuji Nelsonovu webovou aplikaci XanaViewer a specifikaci formátu Xanadoc. Tyto dvě technologie umožňují využít některé vlastnosti Xanadu ve webovém prohlížeči. Závěrem mé analýzy je, že syntéza výše



zmíněných technologií by mohla vést k úspěšné realizaci Xanadu splňující většinu vlastností, které definoval Nelson. Zároveň zmiňují limitace a problémové aspekty navrhovaných technologií.

V představených implementacích Xanadu jsem se zaměřil pouze na projekty které vznikly pod vedením Nelsona nebo Xanadu Operating Company. Další nezávislé projekty jsou popsány na stránkách *Hyperworlds* (Seay, [2013]). Z důvodu omezeného rozsahu práce jsem do návrhů řešení pro realizaci Xanadu v prostředí Webu zahrnul pouze webové standardy a významné *open-source* projekty se zveřejněnými specifikacemi a volně dostupným zdrojovým kódem. Nejsou zohledněny komerční služby závislé na jediném dodavateli. Rozsáhlejší analýza obou těchto oblastí by mohla být předmětem samostatných textů.

## Struktura práce

Práce je členěná do tří kapitol. První kapitola představuje některé hypertextové systémy či vize takových systémů společně s motivací jejich tvůrců. Cílem je ukotvit rané koncepce hypertextu v kontrastu s Webem a poukázat na úzkou provázanost vývoje hypertextových systémů s rozvojem počítačů.

Druhá kapitola se věnuje projektu Xanadu. Na základě analýzy Nelsonových textů popisuje evoluci návrhu Xanadu, hypertextu a příbuzných konstrukcí. Následně představuje konkrétní implementace a prototypy Xanadu, které posuzuje z hlediska funkčnosti. Závěrem kapitola shrnuje konkrétní vlastnosti a cíle projektu Xanadu, které slouží jako východisko pro třetí kapitolu.

Třetí kapitola porovnává Web a Xanadu, výhody i nevýhody návrhu obou systémů. Na základě popisu vlastností Xanadu a jejich srovnání s vlastnostmi dnešního Webu určuje klíčové nedostatky Webu a popisuje možná řešení tak, aby se přiblížily záměrům Xanadu.

## Vymezení konceptu hypertextu

Nelson popsal několik forem hypertextu které zmiňuji na str. 47, v této práci se zaměřuji především na jednoduchý, nespojitý hypertext (*chunk-style hypertext*). Jeho hlavní funkce spočívá v propojení „kousků“ informací skrze asociativní odkazy. Barnett (2014, s. 7) ve své definici upřesňuje, že propojované informace mohou být písemného i obrazového charakteru a nejlépe se s nimi

pracuje na obrazovce. Chápání hypertextu jako primárně elektronického média koresponduje s Nelsonovou původní definicí z roku 1965, kde vymezuje hypertext jako komplexně propojený korpus, který nelze prezentovat na papíře (Nelson, 1965, s. 96). Ani jedna z těchto definic nevyklučuje Bushův mechanický stroj Memex, protože v jeho případě je text promítaný z mikrofilmu na obrazovku.

V této práci mezi sebou porovnávám hypertextové systémy, které takové definice splňují ze své podstaty. Proto se zaměřuji spíše na technické aspekty hypertextových systémů: jaké nabízí funkce pro práci s hypertextem a jakým způsobem je implementují.

Čtenář může být obeznámen s pojmy „kybertext“ a „ergodická literatura“ které jsou používány zejména v literárně zaměřené teorii hypertextu. Espen J. Aarseth těmito pojmy popisuje díla, která pro průchod textem vyžadují po čtenáři „netriviální úsilí“ (Aarseth, 1997, s. 1). Aarseth rozlišuje kybertext od hypertextu v tom smyslu, že hypertext je možné číst v libovolném pořadí, zatímco kybertext musí mít interní pravidla podle kterých je možné jej „úspěšně číst“ (Schoonmaker, 2007). Problematiku ergodické literatury zmiňuji v souvislosti se systémem Storyspace na str. 34, blíže se jí v této práci nezabývám.

## Přehled zdrojů

Pro základní orientaci ve zkoumané oblasti jsem vycházel z knihy *Memory Machines: The Evolution of Hypertext* (Barnet, 2014). Autorka zde popisuje historii několika významných hypertextových systémů doplněné o unikátní rozhovory s jejich tvůrci. Druhým přehledovým zdrojem byla kapitola *The Web That Wasn't* knihy *Glut: Mastering Information Through the Ages* (Wright, 2007, s. 183–229), která byla také inspirací pro název mé práce. Autor mezi vizionáře hypertextových systémů zahrnul i často opomíjeného Paula Otleta, který popsal vizi interaktivní „televizní knihy“ několik let před Vannevarem Bushem. Kniha *What the Dormouse Said: How the Sixties Counterculture Shaped the Personal Computer Industry* (Markoff, 2005) líčí příběh Douglase Engelbarta, který vytvořil významný systém *Augment/NLS*. Markoff zde také popisuje okolnosti vzniku průmyslu osobních počítačů v šedesátých a sedmdesátých letech v Kalifornii, které ovlivnily i vývoj hypertextových systémů. Diplomová

práce *Vision and Reality of Hypertext and Graphical User Interfaces* (Müller-Prove, 2002) mě upozornila na některé novější hypertextové systémy, které jsem zahrnul do první kapitoly.

U popisu většiny hypertextových systémů vycházím z primárních textů jejich autorů. S ohledem na téma práce jsem věnoval velkou pozornost textům Theodora Nelsona, nezbytných pro pochopení evoluce návrhu Xanadu. Pro práci byla klíčová publikace *Literary Machines* (Nelson, 1993), představující uceleně Nelsonovu vizi. V rámci popisu prototypů Xanadu jsem otestoval příslušné aplikace.

Ve třetí kapitole jsem vycházel z doporučení konkrétních webových standardů konsorcia W3C a dokumentů RFC, které kodifikují standardy používané na internetu. V případě nestandardizovaných open-source technologií jsem použil jejich technické specifikace, zejména bílé knihy systémů IPFS (Benet, 2014) a Filecoin (Protocol Labs, 2017).



# Kapitola 1

## Přehled hypertextových systémů

Tato kapitola představuje některé významné hypertextové systémy či jejich koncepty. Většina systémů vznikla před existencí Webu a nabízí zcela odlišný přístup k práci s hypertextem, který se spíše přibližuje koncepci Xanadu. V přehledu není zahrnutý systém Xanadu, kterému je věnovaná následující kapitola, ani některé populární systémy, jako například Guide nebo HyperCard. Tyto systémy sice rozšířily myšlenku hypertextu mezi laickou veřejností, ale jejich model práce s hypertextem je spíše omezený a v porovnání s ostatními systémy nepřináší mnoho nových nápadů. Pro rozsáhlejší přehled systémů a jejich funkcí viz Conklin (1987), Nielsen (1995) a Müller-Prove (2002).

### 1.1 *Traité de documentation*

Řada autorů hypertextových systémů našla inspiraci v Memexu Vannevara Bushe. Avšak půl století před Bushem řešil belgický knihovník Paul Otlet fundamentální problémy se systemizací literatury. Podle Otleta je „vazba knihy, její formát i osoba autora nedůležitá za předpokladu, že se substance díla, jeho zdroje a závěry stanou součástí kolektivní organizace vědomostí“ (Rayward, 1994, s. 237). Většina organizačních systémů zavede čtenáře až ke knize – ale ne dále. Otlet proto navrhuje každou knihu systematicky analyzovat po kapitolách ve čtyřech oblastech: fakta, interpretace fakt, statistiky a zdroje, což by umožnilo zjistit její přínosy pro celkové vědění. Následně by „kusy“ informací byly uloženy a zařazeny na kartičkách. Vedle toho je zapotřebí udržovat podrobný a zároveň kompletní přehled znalostí. To Otleta a jeho kolegy vedlo k rozšíření a internacionalizaci Deweyho desetinné soustavy na

fasetový systém Mezinárodního desetinného třídění (Rayward, 1994, s. 238). Fasety umožňují dokument zařadit podle jazyka, místa, času a „fyzických charakteristik,“ případně vytvářet vazby mezi tematickými třídami, což může pomoci k pochopení „sociálního kontextu“ dokumentu (Wright, 2007, s. 188).

V rámci Světové výstavy EXPO 1910 která se konala v Bruselu vytvořil Otlet s La Fontainem instalaci *Mundaneum* jako utopickou vizi kosmopolitního „města intelektu.“ Za podpory belgické vlády se Otletův plán začal formovat do podoby enormní kolekce kartiček a dokumentů, tehdy nejmodernější technologie pro skladování informací. S iniciativou byla spojená i vyhledávací služba – uživatelé mohli poštou zaslat dotazy a za poplatek 27 franků na tisíc kartiček obdrželi odpověď. (ibid., s. 188–189)

Otletovo stěžejní dílo *Traité de Documentation* z roku 1934 pak posouvá vizi práce s informacemi mnohem dále. Otlet si byl dobře vědom omezení fyzické formy dokumentů; jeho vize popisuje pracovní stanici kde již nejsou žádné knihy:

„Namísto knih je na dosah obrazovka a telefon. Jinde, v ohromné budově, jsou všechny knihy a informace. Odtud se stránka ke čtení (...) zobrazí na obrazovce. Obrazovka může být rozdělená na poloviny, čtvrtiny nebo i desetiny, pokud je zapotřebí procházet více dokumentů současně. (...) Biograf, fonograf, rádio, televize: tyto nástroje, považované za náhradu knihy, se ve skutečnosti stanou novou knihou, nejmocnějším dílem pro rozšíření lidského vědění. Toto bude rádiová knihovna a televizní kniha.“

(Cit. podle ibid., s. 185)

Nové prostředky komunikace, jako rádio a televize povedou ke vzniku „poslechové dokumentace.“ Otlet předpokládal, že dojde i na další smysly, vzniknout hmatové, chuťové a čichové dokumenty, které se budou vzájemně doplňovat (Rayward, 1994, s. 244).

Ve spolupráci s „doplňkovými organizacemi“ jako jsou univerzity, výzkumné instituce, mezinárodní firmy by skrze systematickou a standardizovanou organizaci dokumentů a redistribuci informací mohla vzniknout celosvětová Univerzální síť informací a dokumentace (ibid., s. 246). Uživatelé po celém světě by z této sítě získávali informace a případně do ní přispívali vlastními poznatky. Stálí zaměstnanci by obstarávali vyhledávání informací (Wright, 2007, s. 191).

V Otletově vizi hraje hlavní roli univerzální, centralizovaný proces, který slouží, třídí a extrahuje fakta z dokumentů. Cílem je najít objektivní pravdu, a přestože jednotlivé dokumenty nemusí být pravdivé, není pochyby o tom, co je skutečně pravdivé. Rayward (1994, s. 247) označuje Otletův pohled na vědomosti jako autoritářský, redukcionistický, pozitivistický, zjednodušující – a optimistický.

Otlet kladl velký důraz na hledání vazeb mezi informacemi, protože každý dokument dává smysl až v kontextu s dalšími informacemi: „Žádná bibliologická tvorba, bez ohledu na to, jak je mocná, nepředpokládá redistribuci, kombinaci a nová spojení“ (Wright, 2007, s. 190). A ačkoli Otlet neměl přímý vliv na rozvoj Webu, jak konstatuje Wright (ibid., s. 191), jeho vize sahala v některých ohledech dále, než současný Web s řadou technických omezení. Například problém fixních dokumentů, které si s sebou nesou vnořené odkazy jako vlastní vazby na další dokumenty. Teprve sofistikované vyhledávače dokážou odhalit širší vazby mezi dokumenty, avšak tyto informace zůstanou koncovému uživateli skryté, stejně tak jako historický význam dokumentu. Nejen v Otletově systému hrají odkazy mezi dokumenty mnohem větší roli, než jaká jim byla přisouzena v prostředí Webu.

## 1.2 Memex

Zatímco Paul Otlet rozvíjel svojí institucionální vizi organizace veškerého vědění, Vannevar Bush na druhé straně Atlantiku předpokládal podobné problémy s explozí informací. Řešení, ke kterému dospěl je ryze humanistické, individualistické a americké (Wright, 2015).

Bush, jako vědec, inženýr a státní úředník, pozoroval prohlubující se specializaci jednotlivých vědeckých oborů a enormní nárůst množství informací. Zároveň vnímal, že prostředky pro práci s informacemi jsou zoufale zastaralé. Tyto problémy – a návrh jejich řešení – popisuje ve svém nejznámějším článku *As We May Think* publikovaném roku 1945 v magazínu *The Atlantic Monthly*. Bush se zde zaměřuje zejména na nedostatky konvenčních hierarchických systémů třídění informací:

„Naše neschopnost nalézt [správný] záznam je způsobená zejména nepřírozeností indexovacích systémů. Když uložíme jakákoliv data, jsou založena abecedně nebo numericky a informace je nalezena

(pokud je nalezena) přecházením od podtřídy k podtřídě. Záznam může být pouze na jednom místě, pokud neexistují duplikáty; jsou zapotřebí pravidla, jak jej lokalizovat a tato pravidla jsou těžkopádná. Navíc jakmile je nalezena jedna položka, je nutné se opět ze systému vynořit a vstoupit na novou cestu.“

(Bush, 1945, § 6)

Proto navrhuje přizpůsobit uspořádání informací modelu lidského myšlení:

„[Lidská mysl] funguje na bázi asociace. Jakmile uchopí jednu položku, okamžitě přeskočí k další na základě asociace myšlenek na základě spletené sítě cest realizované mozkovými buňkami.“

(ibid., § 6)

Ale cesty, které nejsou často používané, zmizí. Lidská mysl zapomíná a Bush navrhuje tento problém řešit pomocí technologie. V článku je popsán mechanické zařízení nazvané *Memex*: Pracovní stůl, ve kterém jsou veškeré materiály – texty, knihy, noviny, dopisy – uloženy na svitcích mikrofilmu. To umožňuje kompresi velkého množství textů do malého prostoru: „I pokud by uživatel vložil pět tisíc stran materiálů denně, trvalo by mu stovky let, než zaplní celé úložiště“ (ibid., § 6). Další knihy si může uživatel objednat přímo na mikrofilmech. Na stole je několik obrazovek, na který se promítají jednotlivé stránky, klávesnice, páky a průhledná deska pro fotografování nových záznamů na mikrofilm Memexu. Pro vyvolání konkrétní knihy stačí zadat její kód a její titulní strana se okamžitě objeví na obrazovce. Pákou je pak možné listovat stránkami – stačí zatlačit více a stránky se přetáčí po desítkách či po stovkách (ibid., § 6).

Co je však důležité, Memex umožňuje materiály spojovat. Uživatel si zobrazí dvě stránky vedle sebe na projektoru a stisknutím tlačítka mezi nimi vytvoří asociativní cestu (*associative trail*). Do cesty je možné přidávat další materiály, případně vlastní poznámky a anotace. Cestu je opět možné pomocí kódu vyvolat a případně jí zreprodukovat a sdílet (ibid., § 7). Bush předpokládá vznik nové formy literatury postavené na těchto cestách i profesi tzv. *trail blazers* kteří budou v masách informací hledat nové cesty.

Bush v návrhu Memexu zúročil dřívější zkušenosti s mechanickými počítači. V rámci civilního výzkumu na MIT ve dvacátých letech zkonstruoval zařízení



pro výpočet diferenciálních rovnic *Differential Analyzer*. Analyzer, podobně jako většina mechanických počítačů fyzicky reflektuje úkol, který vykonává. Uživatel vidí celý proces a může se z něj i poučit (Barnet, 2014, s. 16–17). Analyzer zároveň dokázal, že stroj dokáže automatizovat lidské kognitivní dovednosti (ibid., s. 18). V roce 1935 byl Bush osloven americkým námořnictvem, aby vytvořil nejpokročilejší kryptoanalytický nástroj na světě. Nástroj by hledal společné výskyty písmen ve zprávách a pomohl tak rozluštit nové šifry používané mj. Japonskem. Bushův výzkumný tým, ve kterém pracoval i Claude Shannon, sestrojil *Comparator*. Ten využíval mikrofilm a fotoelektrický jev pro ukládání a porovnávání dat. Avšak mikrofilm se v praxi ukázal být příliš křehký. Proto tým přešel z původního návrhu na papírové pásky, které byly pomalé a nespolehlivé; celý projekt proto skončil neúspěchem. (ibid., s. 18–19)

Navzdory prvotnímu neúspěchu s mikrofilmem Bush věřil, že se jedná o médium budoucnosti, které zjednoduší přístup k informacím. Nebyl sám – H. G. Wells v roce 1938 psal o „Permanentní světové encyklopedii“ která by obsahovala veškeré vědění světa na mikrofilmu (ibid., s. 19). Bush proto použil mikrofilm i při návrhu zařízení *Rapid Selector*, které mělo modernizovat knihovnu. Abstrakty textů by byly převedeny na mikrofilm a role filmu jsou prohledávány přes fotosenzitivní přístroj (ibid., s. 20).

Jak Memex, tak Rapid Selector těžily z návrhu Comparatoru. Podobně jako Analyzer předtím, Comparator fyzicky a zcela transparentně automatizoval lidskou činnost. Technologie mikrofilmu navíc zapadala do tehdejší analogie o fungování mozku (ibid., s. 18). Memex je tak logickým rozšířením, mechanickým modelem lidské mysli.

Bushův původní popis Memexu inspiroval celou řadu dalších vynálezců a myslitelů, především Douglase Engelbarta a Teda Nelsona. Méně známé jsou však pozdější revize Memexu, které přináší mnohem radikálnější představy. Esej *Memex II* z roku 1959 byla publikovaná až po Bushově smrti (Bush, 1991a). I zde Bush rozebírá zejména technické aspekty Memexu; namísto mikrofilmů navrhuje použití magnetických pásek, které nabízí mnohem lepší kompresi dat. Jako vrcholnou formu ukládání dat si představuje zápis do molekul organických krystalů. To by nabídlo dokonce kompaktnější uložení dat než lidský mozek. Dále se zabývá myšlenkou hlasového ovládání, které by obsloužilo jednoduché příkazy bez klávesnice. Memex získává i určité schopnosti personalizace a „učení se:“ dokáže zohlednit čas, který uživatel stráví na jednotlivých segmentech cesty materiálem. Memex může operovat i zcela autonomně a

sám provádět po nocích komparativní analýzy mezi různými cestami. To zároveň předpokládá i vzdálený přístup k datům v Memexu. Bush spekuluje, že v knihovnách se budou nacházet „masivní Memexy“ s ohromnou databází dokumentů, ve kterých bude personál vytvářet nové cesty. Uživatelé budou moci přistupovat k těmto datům skrze telefonní linku a kopírovat materiál do svého osobního Memexu. A protože informace se lépe vstřebávají, když je člověk v pohodlí, Memex II. bude také obsahovat samostatnou obrazovku připojenou kabelem k hlavní jednotce, se kterou se může uvelebit v křesle. Obrazovka má vlastní ovládací prvky pro otáčení stránek a vkládání poznámek.

Bushův pozdější návrat k Memexu, text *Memex Revisited* publikovaný roku 1967 zmiňuje pouze část těchto nápadů (Bush, 1991b). Zohledňuje však pokrok na poli digitálních počítačů, ačkoli Bush preferuje cenovou dostupnost a snadnou údržbu analogových strojů. V šedesátých letech byly počítače vnímány především jako stroje pro zpracování dat, patřící mezi výsady velkých firem a univerzit. Analogový přístup naproti tomu nabízel transparentní a osvědčený způsob, jak simulovat model lidského myšlení (Wright, 2007, s. 202).

Bush sdílí podobný záměr s Otletem v tom smyslu, že se snaží tradiční fyzickou formu knihy nahradit novou formou intertextuality, která by zjednodušila přímé odkazování mezi texty. To by umožnilo vyměnit tradiční externí a hierarchické systémy klasifikace za systém asociací, který by mohli vytvářet i sami čtenáři (ibid., s. 199). Avšak zatímco Otlet chtěl asociaci mezi texty použít především k vylepšení hierarchického systému třídění, Bush chtěl tradiční hierarchické systémy zcela nahradit (ibid., s. 199–200). V původním návrhu Memexu Bush naopak zachovává formu dokumentů, kde stránky dokumentů tvoří základní stavební kameny asociací a systém se nedostane k samotnému obsahu textu (ibid., s. 200). Memex II. sice počítá s možností asociace referencí ke konkrétním odstavcům textu (Bush, 1991a, s. 175), ale i magnetické pásky zde slouží spíše jako robustnější alternativa mikrofilmu, kde jednotlivé stránky jsou zaznamenané podobně, jako snímky filmu. Jak v Bushově, tak v Otletově konceptu se nejspíše zrcadlí profese jejich autorů: Bush se jako technik soustředí především na formu a technickou funkčnost systému, zatímco Otlet, jakožto knihovník, se zaměřuje na proces extrakce a organizace informací z textů.

Memex nikdy nebyl postavený a Bush si byl vědom, že v době publikace původního článku nebylo možné jej realizovat (Barnet, 2008, ods. 69). Paradoxně

však díky tomu Bushův koncept přežil do dnešních dnů; Memex se stal „obrazem potenciálu“ – teoretickým konstruktem a vodítkem, které nadále zůstává zdrojem inspirace (Wright, 2007, s. 200).

### 1.3 NLS/Augment

V létě roku 1945 pracoval dvacetiletý Douglas Engelbart jako vojenský radarový technik na Filipínách. Jednoho dne zavítal do knihovny Červeného kříže kde si přečetl Bushovu esej. Koncept zařízení, které by podpořilo kognitivní schopnosti člověka Engelbarta nesmírně zaujal. Údajně několik dní potom každému na potkání vyprávěl, o čem se dočetl (Markoff, 2005, s. 7). „Některé nápady jsou jako semínka. Nebo jako virus. Když jsou ve vzduchu ve správnou dobu, infikují přesně ty, kteří jsou nejnáchylnější položit svůj život pro realizaci nápadu“ (Barnet, 2014, s. 45). Ačkoli si to tehdy ještě neuvědomoval, Engelbart byl myšlenkou Memexu infikován.

O pět let později se Engelbart zasnoubil a náhle si uvědomil, že dosáhl všeho, čeho v životě dosáhnout chtěl. Proto začal systematicky zvažovat, čemu dalšímu by mohl věnovat úsilí. Náhle v sérii záblesků spatřil vizi, jak by si lidstvo mohlo poradit s narůstající komplexitou všech činností (Markoff, 2005, s. 9). Tuto vizi formuloval ve třech „záblescích,“ na kterých postavil své celoživotní úsilí (Barnet, 2014, s. 45):

**ZÁBLESK-1** „Komplexita problémů lidstva narůstá rychleji, než naše schopnosti je zvládat.“

**ZÁBLESK-2** „Podpoření schopnosti lidstva zvládat komplexní, akutní problémy by mohla být zajímavá oblast, ve které by mladý člověk mohl přinést největší změnu.“

**ZÁBLESK-3** „Ahá – přede mnou se formuje barvitá představa, jak sedím před velkou CRT konzolí a pracuji novými způsoby, které se rychle rozvíjí před mým zrakem (počínaje vzpomínkami na radarové obrazovky, které jsem dříve opravoval).“

(Engelbart, 1988, s. 189; cit. podle Barnet, 2014, s. 45)

Myšlenka interaktivní obrazovky připojené k počítači byla původním východiskem Engelbartova projektu pro „zvýšení lidského intelektu.“<sup>1</sup> Engelbart

<sup>1</sup>Respektive „augmentace“ z původního *augmenting human intellect*.

si však byl vědom, že naše schopnost řešit problémy má dva aspekty. Externí pomůcky, technologie jako psací nástroje, papír, telefon atp. tvoří „systém nástrojů“ (*Tool System*). Kognitivní, smyslově motorický aparát, techniky jako jazyk, dovednosti, paradigmatata, postupy aj. tvoří „lidský systém.“ Společně tvoří „systém augmentace“ (*Augmentation System*), který nám umožňuje fungovat ve světě a je podmíněný prostředím i kulturou (Doug Engelbart Institute, [2013]). Oba systémy se vzájemně doplňují: lidský systém nás „vybavuje“ pro práci s nástroji a nástroje naopak ovlivňují v rekurzivní smyčce vývoj lidského systému (Barnet, 2014, s. 38); dochází ke „koevoluci“ obou systémů. Engelbartovým cílem proto bylo tuto koevoluci řízeně urychlit; testovací subjekty tvořil Engelbartův výzkumný tým (Doug Engelbart Institute, [2013]). Ten si tak fakticky zlepšoval svou vlastní dovednost řešit problémy, což vedlo k urychlení celého výzkumného procesu; Engelbart tento fenomén pojmenoval *bootstrapping*<sup>1</sup>.

Engelbart demonstroval myšlenky adaptace na nástroje a koevoluce skrze „deaugmentaci“ schopností. Připevnil cihlu k tužce a měřil rychlost psaní v porovnání s obyčejnou tužkou a psacím strojem (Markoff, 2005, s. 47; Engelbart, 1962, ods. 2c4m). Pochopitelně psaní s cihlou bylo pomalé a omezující. Obdobně i technologie, se kterými pracujeme neslouží pouze k vyjádření myšlenek, ale aktivně vymezují limity našeho myšlení (Barnet, 2014, s. 52).

V rámci prvotního rozvoje konceptu financovaného americkým letectvem Engelbart sepsal svou vizi v textu *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*, publikovaném v roce 1962. Zde je popsán komplexní technický systém, který pomáhá řešit „profesní problémy diplomatů, vedoucích pracovníků, sociologů, vědců, fyziků, advokátů, projektantů – ať už problém existuje dvacet minut, nebo dvacet let“ (Engelbart, 1962, ods. 1a1). Na příkladu architekta popisuje interakci s počítačem (uživatelovým „koncipientem“), vybaveným displejem, klávesnicí a „ukazatelem“ (ibid., ods. 1a11–12).

Engelbartovy myšlenky však vzbudily odpor. Počítače neměly obrazovky; byly to velké, drahé stroje, ke kterým uživatelé neměli přístup. Dávkové úlohy na zpracování dat se předávaly technikům na děrných štítcích. Engelbart navrhoval věnovat drahocenný výpočetní čas individuálním uživatelům. Zároveň jeho vize nezapadala do existujících paradigmat (Barnet, 2014, s. 46).

---

<sup>1</sup>U vývoje software se používá termín *dogfooding*, kdy vývojáři sami používají produkt, který vyvíjí. Většina produktů ale není vyvíjena za účelem podpory svého vývoje, proto se nejedná o totéž.

Po několika letech vývoje na Stanfordském výzkumném institutu (SRI) však Engelbart předvedl v prosinci roku 1968 funkční prototyp *oN-Line System* (NLS) na konferenci *Fall Joint Computer Conference* v San Franciscu. Zde Engelbart světu poprvé předvedl interaktivní grafické rozhraní ovládané myší s podporou rozdělování obrazovky, asociativním odkazováním a videokonferencí (ibid., s. 60). Událost nyní označovaná jako *Mother of All Demos* byla zrodem nové éry počítačů (ibid., s. 61).

NLS je hierarchický systém jehož hlavní funkcí je *Journal*. Uživatel zde vkládá a zanořuje položky, každá má nadpis, text omezené délky a hierarchické pořadové číslo (například 1a pro první položku druhé úrovně, 1a1b pro druhou položku čtvrté úrovně atp.).<sup>1</sup> Položky je možné mezi sebou odkazovat skrze pořadová čísla, která však nejsou stabilní. Proto NLS umožňuje adresovat položky i pomocí permanentních identifikátorů (každá položka má unikátní identifikátor v rámci souboru) a relativních odkazů (Müller-Prove, 2002, s. 16–17). Odkazy nejsou součástí textu, ale ukládají se separátně (Barnet, 2014, s. 43). Tato vlastnost bude k vidění i u jiných hypertextových systémů (včetně Xanadu) a zásadně se liší od koncepce odkazování v HTML, kde odkazy tvoří permanentní součást dokumentu. Hierarchická povaha systému umožnila vytvořit sdílenou strukturu, ve které členové týmu udržovali veškeré materiály projektu, včetně zdrojového kódu a e-mailových konverzací. Podstromy je možné nezávisle měnit a zobrazovat různými pohledy a „listy“ stromu si udržují přehled změn (ibid., s. 42).

„Vedlejším efektem“ vývoje NLS byl vynález řady technik softwarového inženýrství. Protože NLS obsahoval enormní množství kódu, programátoři zjistili, že potřebují sledovat historie změn, hlášení chyb a změnové požadavky. Postupy, které jsou dnes běžnou součástí vývoje software tehdy neexistovaly, tým kolem NLS se vše učil ze samotného procesu vývoje (ibid., s. 57–58).

Avšak během několika let po demonstraci systému se vývoj NLS zpomalil a řada klíčových členů týmu projekt opustila. Důvodem mohla být změna zaměření – NLS byl po technické stránce hotový, v souladu s konceptem koevoluce byla řada na lidském systému. To však nebylo pro Engelbartův tým tolik zajímavé, jako vývoj nových technologií (ibid., s. 62). V roce 1969 vzniklo výzkumné centrum Xerox PARC, do kterého si část Engelbartova týmu odnesla

<sup>1</sup>Současnou obdobou jsou aplikace nazývané *outliner*.

klíčové myšlenky z NLS.<sup>1</sup> Zaměstnanci PARC později vytvořili dominantní paradigma grafického uživatelského rozhraní postaveného na oknech, ikonách a nabídkách (WIMP) (Barnet, 2014, s. 61).

O nasazení systému NLS byl zájem ze strany komerčních firem. Systém však byl velice komplexní a složitý na ovládání. Uživatelé se museli naučit stovky příkazů (Markoff, 2005, s. 200), firmy ale měly zájem pouze o malou část funkcí systému (Barnet, 2014, s. 62). Uživatelské rozhraní NLS nebylo „přirozené“ – nicméně pro Engelbarta není technologie přirozená, každá technická dovednost je získaná a lidé se musí učit z technologie (ibid., s. 40).

Engelbart na základě holistického pohledu na symbiózu člověka a techniky přenesl koncept Memexu do digitálního světa. Podařilo se mu demonstrovat praktické přínosy počítače jako nástroje pro tvorbu i spolupráci. NLS představoval jednotný systém pro více uživatelů, kde informace nejsou uzavřené v konkrétní aplikaci nebo souboru. V NLS je možné odkazy provázat libovolnou informací, což představuje milník hypertextových systémů, kterému se někteří nástupci přiblížili, ale nepodařilo se jej překonat.

### 1.4 HES a FRESS

Andries „Andy“ van Dam je známou osobností zejména na poli počítačové grafiky. Je jedním z autorů přelomové učebnice *Computer Graphics: Principles and Practice* a založil skupinu ACM SIGGRAPH<sup>2</sup> (ibid., s. 91). Van Dam se taktéž zasloužil o vznik praktické výuky počítačové vědy na Brownově univerzitě, kde také vedl vývoj dvou ranných hypertextových systémů HES a FRESS.

V roce 1967 potkal van Dam svého bývalého spolužáka ze Swarthmore College Teda Nelsona. Ten tehdy rozvíjel svou představu hypertextového systému Xanadu. Nelson měl vizi, avšak neměl žádné ukázky ani prototypy. Van Dam mu proto nabídl spolupráci a dal dohromady vývojářský tým studentů. Záhy se však ukázalo, že vize van Dama a Nelsona se rozchází. Van Dam zdůrazňuje, že cílem nebylo implementovat celou vizi Xanadu, ale pouze některé Nelsonovy koncepty (ibid., s. 99–101). Projekt měl dva cíle: interaktivní vytváření dokumentů pro tisk a průzkum konceptu hypertextu (van Dam, 1988, s. 889).

---

<sup>1</sup>Odliv zaměstnanců byl tak velký, že si v *Augmentation Research Center*, kde se NLS vyvíjel, začali ironicky přezdívat jako *Xerox Research Training Center* (Markoff, 2005, s. 202).

<sup>2</sup>Předchůdce ACM SIGGRAPH, která pořádá stejnojmennou konferenci.

Projekt dostal název *Hypertext Editing System* (HES) a podle van Dama šlo o první interaktivní (*online*) textový procesor pro komerčně dostupné počítače. Fungoval na běžně dostupném mainframu od IBM, zatímco NLS vyžadoval proprietární konfiguraci a hardware (Barnet, 2014, s. 104–105). Uživatel vybíral text pomocí světelného pera a mohl jej měnit, kopírovat, přesouvat, vyjímat a vkládat. Dokumenty se skládaly ze série textových rámců, které (na rozdíl od položek v NLS) neměly pevnou strukturu a omezenou délku. Van Dam i Nelson kladli ve svých systémech velký důraz na minimální limitaci autorů (ibid., s. 103). Textové rámce byly propojené třemi způsoby: jednosměrnými hypertextovými odkazy, které byly vizualizované jako hvězdička v textu a vedly k jinému rámcu jako volitelná cesta textem; větvemi, které tvořily menu, kde si uživatel mohl vybrat cestu k dalšímu rámcu (ibid., s. 104) a neviditelnými „spoji“ (*splices*), které určovaly, jak se má hypertext linearizovat pro tisk (van Dam, 1988, s. 889). Mimo to HES umožňoval vkládat textové *instance*, které odkazovaly na stejný textový rámec, takže změny v rámcu se projeví ve všech jeho instancích; van Dam k tomu podotýká: „Instance jsou běžná myšlenka v počítačové grafice – nic velkého“ (ibid., s. 889). Obdobně funguje i princip *transkluze* v systému Xanadu (Müller-Prove, 2002, s. 18). Pro usnadnění navigace v hypertextu Nelson taktéž navrhl implementaci tlačítka zpět, které po následování odkazu uživatele vrátilo na předchozí rámec (Barnet, 2014, s. 104).

Systém byl orientovaný na netechnické uživatele, kteří produkovali a editovali text. Van Dam, podobně jako Engelbart, však měl problém myšlenku interaktivní tvorby na počítači prosadit. Když v roce 1968 HES prezentoval redakci *Time/Life*, dozvěděl se, že bude trvat alespoň deset let, než budou novináři ochotní si sednout k monitoru (van Dam, 1988, s. 890). Pro prezentaci systému vymyslel van Dam techniku *progressive disclosure*, tj. postupné odhalování funkcí. Standardní IBM klávesnice měla 32 funkčních kláves, což laické uživatele děsilo. Van Dam proto vyrobil plastové krytky, které ponechaly odhalených jen pět kláves pro manipulaci s textem. Jak si uživatelé systém postupně zkoušeli, byly jim odhalovány další řady funkcí (ibid., s. 890). O úspěchu HES hovoří fakt, že jej využila NASA pro tvorbu dokumentace k vesmírnému programu Apollo (van Dam, 1988, s. 889; Barnet, 2014, s. 106).

Nelson je dodnes ze svého působení na Brownově univerzitě zklamaný. Z jeho hlediska se van Damův tým příliš soustředil na zpracování tiskových dokumentů – „simulaci papíru“; funkce hypertextu byly výrazně zjednodušené a omezené (Barnet, 2014, s. 100). Podle Nelsona dal HES světu omezenou a

špatnou představu o hypertextu, která vedla i k podobě dnešních webových prohlížečů. Van Dam i Barnet (2014, s. 107) pochybují, že by HES tak významně ovlivnil evoluci dalších systémů.

V roce 1968 van Dam viděl Engelbartovu demonstraci NLS. HES v té době už dosahoval svých limitů jako jednouživatelský systém a van Dam uvažoval o nové verzi. NLS ukázal van Damovi výhody víceuživatelského systému, nezávislosti na výstupním zařízení a funkcí „outlineru.“ (van Dam, 1988, s. 890; Barnet, 2014, s. 61) Poté, co van Dam strávil den studiem NLS v Engelbartově laboratoři, usoudil, že to „byla nejlepší věc, jakou kdy viděl“ (Markoff, 2005, s. 158).

Van Damův tým studentů spojil silné stránky HES a NLS do nového systému nazvaného *File Retrieval and Editing System* (FRESS). Zatímco HES byl navržený pro specifický model terminálu, FRESS fungoval na široké škále terminálů s různými vstupními i zobrazovacími zařízeními (Wright, 2007, s. 218; Barnet, 2014, s. 108). K systému mohlo přistupovat více uživatelů, ačkoli nepodporoval sdílenou editaci dokumentů v reálném čase jako NLS (Barnet, 2014, s. 108). Na druhou stranu FRESS podporoval funkci *undo*, vrácení úpravy textu o jeden krok zpět – vůbec první implementaci této funkce v textovém editoru (van Dam, 1988, s. 891; Barnet, 2014, s. 108).

FRESS nabízel sofistikovanější hypertextové funkce. Podporoval dva druhy odkazů: jednosměrné „tagy“, které ukazovaly na jednoduché elementy (typicky anotace, poznámky pod čarou) a obousměrné „skoky“ (*jumps*) mezi dokumenty, které byly v cílovém dokumentu viditelné ve formě zpětných odkazů. Vazby mezi dokumenty bylo možné vizualizovat ve formě mapy (Barnet, 2014, s. 109). Protože myš ještě nebyla běžným vybavením počítačů, uživatelé se navigovali mezi odkazy pomocí světelného pera a pedálu – „*point-and-kick*“ (Müller-Prove, 2002, s. 19; Wright, 2007, s. 218). Odkazy mohly vést na libovolný segment textu v dokumentu (Barnet, 2014, s. 109) a zároveň se ukládaly v samostatné databázi, částečně nezávisle na obsahu dokumentu. To umožnilo uživatelům postupně odkrývat odkazy mezi dokumenty a vytvářet vlastní anotace bez zásahu do originálního textu.

Funkce FRESS byly cílené především na praktické využití elektronického textu a hypertextu ve výuce. Brownova univerzita nabízela dva experimentální kurzy ve kterých veškerá četba, tvorba a diskuze mimo hodiny probíhala „online“. V porovnání s kontrolními skupinami byli studenti v těchto kurzech výrazně aktivnější, více se zapojovali a dosahovali lepších známek (Wright,



2007, s. 219). Po skončení kurzu byl v systému zachovaný hypertextový „korpus“, který skupina za semestr vytvořila (ibid., s. 219). Například studenti kurzu anglické poezie nejprve samostatně anotovali texty a postupně získávali přístup k anotacím svých spolužáků a nakonec celé „komunální“ databázi anotací a odkazů k originálním textům – van Dam to nazývá „elektronickým graffiti“ (van Dam, 1988, s. 891).

FRESS ukázal význam počítačů a hypertextu pro humanitní vědy. Systém se využíval pro výuku na Brownově univerzitě během sedmdesátých let a našel si cestu i na univerzity v Nizozemí (Barnet, 2014, s. 110). Další van Damův projekt, *Electronic Document System* (EDS) se zaměřil na grafickou vizualizaci dokumentů a interaktivní funkce – značil posun k hypermediím (ibid., s. 111). V roce 1983 vznikl na Brownově univerzitě *Institute for Research in Information and Scholarship* (IRIS) jehož nejvýznamějším projektem byl systém Intermedia (Wright, 2007, s. 220).

## 1.5 Intermedia

Projekt Intermedia začal vznikat na Brownově univerzitě pod IRIS v roce 1985 a od začátku sloužil pro podporu výuky – některé výukové materiály z tohoto systému se zachovaly dodnes. Například hypertext *The Victorian Web* původně vytvořil George Landow v systému Intermedia, později byl přenesen do Storyspace a na Web, kde je nadále rozvíjen<sup>1</sup> (Barnet, 2014, s. 112).

Na rozdíl od svých předchůdců není Intermedia pouze samostatná aplikace pro tvorbu propojených dokumentů. Jedná se o integrované prostředí, které poskytuje jednotnou podporu pro vytváření odkazů mezi aplikacemi (Nielsen, 1995, s. 51). Balíček aplikací v Intermedia zahrnoval mj. textový editor *InterWord* (resp. *InterText*), grafický editor *InterDraw*, *InterSpect* pro zobrazování 3D grafiky, *InterPlay* pro animace, přehrávač videa *InterVideo*, e-mailový klient *InterMail* a nástroj *InterVal* pro tvorbu časových os (Yankelovich; Haan et al., 1988, s. 82; Haan et al., 1992; Müller-Prove, 2002, s. 29).

Tvůrci Intermedia se snažili integrovat hypermediální funkce do systému takovým způsobem, aby byly stejně univerzální a dostupné jako funkce „kopírovat a vložit“ v operačních systémech Macintosh a Windows (Haan et al., 1992, s. 38). Proto každá z aplikací Intermedia podporuje stejnou

<sup>1</sup>Viz <http://www.victorianweb.org/>

funkcionalitu vytváření anotací a odkazů, které propojují objekty napříč soubory. Uživatel v jedné aplikaci vybere objekt nebo fragment textu, z nabídky vybere funkci „Začít odkaz“ a v jiné aplikaci odkaz dokončí nad jiným objektem (Yankelovich; Haan et al., 1988, s. 82). Odkazy mezi aplikacemi jsou ukládané do samostatné sdílené databáze, jsou obousměrné a mohou obsahovat metadata (například informace o autorovi nebo datu vytvoření, nebo popisek). Odkazy jsou organizované v „sítích“ (*webs*), které mohou uživatele společně vytvářet a sdílet. Stejný dokument tak může hrát různé role v různých sítích – uživatelé si mohou zobrazit síť, které je zajímají (Müller-Prove, 2002, s. 30).

Separace obsahu od odkazů má praktický důsledek pro práci s materiály ve výuce:

„Například ústav anglického jazyka může mít síť všech Shakespearových tragédií s odkazy na metaforičnost barev v těchto hrách, zatímco ústav religionistiky může mít síť těch samých her s odkazy na náboženskou symboliku.“

(Yankelovich; Meyrowitz et al., 1985, s. 27; Barnet, 2014, s. 112)

Stejný koncept může být využitý i k archivaci jednotlivých verzí sítě (Müller-Prove, 2002, s. 30). Uživatelé mohou mít různé úrovně oprávnění k jednotlivým dokumentům; vedle běžných práv pro čtení a zápis je to i oprávnění vytvářet anotace (Yankelovich; Haan et al., 1988, s. 90).

Systém Intermedia zaznamenal v akademických kruzích úspěch, avšak na začátku devadesátých let se jeho vývoj zastavil. Software Intermedia byl úzce provázaný s konkrétní verzí operačního systému A/UX, Unixové verze Mac OS. Nová verze A/UX přinesla řadu zpětně nekompatibilních změn, které software rozbily a IRIS nezískal zdroje potřebné pro další vývoj (Nielsen, 1995, s. 51; Barnet, 2014, s. 112–113; Wright, 2007, s. 221). Uživatelé přenesli řadu materiálů do systému Storyspace a koncept Intermedia našel svého pokračovatele v projektu Microcosm.

### 1.6 Storyspace

Michael Joyce je spisovatel a profesor anglického jazyka známý zejména svými hypertextovými romány. Když začátkem osmdesátých let prováděl poslední revizi nové knihy, uvědomil si, že by se text na jedné straně výborně hodil

na začátku knihy. Vzápětí mu však došlo, že „ve skutečnosti chtěl udělat něco jiného“:

„Co jsem ve skutečnosti chtěl udělat nebylo jen přesunout odstavec ze strany 265 na stranu 7 ale dělat to takřka do nekonečna. Jednoduše jsem chtěl napsat román který by se změnil s každým čtením a tyto měnící se verze by vnikaly na základě vazeb, které jsem průběžně objevil během psaní a o které jsem se chtěl podělit se čtenáři. Z mého pohledu mohou odstavce na mnoha různých stránkách následovat po odstavcích na mnoha jiných stránkách, ačkoli s rozdílnými výsledky a s různými záměry. [...] Přišlo mi, že pokud já, jako autor, můžu použít počítač k přeházení odstavců, nebylo by obtížné nechat čtenáře dělat totéž podle nějakého schématu, které jsem určil předem. Navíc jsem věděl, že mí studenti literární tvorby by měli užitek z možnosti rozpoznávat a měnit vnitřní vazby ve svých textech.“ (Joyce, 1995, s. 31)

Ve spolupráci s Jay D. Bolterem vytvořil aplikaci *Storyspace* ve které Joyce napsal jednu z prvních „hyperfikcí“ – *afternoon, a story* (Barnet, 2014, s. 115–116). Jak Joyce popisuje v eseji *What I Really Wanted to Do I Thought* o počátcích *Storyspace*, základní funkce programu vznikly, aniž by tvůrci znali pojem hypertext (Joyce, 1995, s. 32). Postupně se však dostali do kontaktu s tradicí studia hypermédií, která „jako chobotnice kouká jedním okem nad vodou, ale pod hladinou její chapadla sahají téměř všude, včetně pedagogiky, lingvistiky, kognitivních věd, literatury, fyziky, databázové teorie, klasické literatury, mediálních studií, medicíny a tak dále. Protože se tato tradice zabývá odkazy a souvislostmi, nezná žádných intelektuálních hranic“ (ibid., s. 32).

*Storyspace* vizualizuje strukturu hypertextu ve dvourozměrném prostoru. Kusy informací jsou organizované do buněk, tzv. „prostorů pro psaní“ (*writing spaces*), které obsahují titulek, text a další buňky (Joyce, 1991, s. 382; Müller-Prove, 2002, s. 29). Díky tomu *Storyspace* umožňuje vytvářet hierarchie a buňky rekurzivně organizovat. Do buněk lze psát pomocí textového editoru s podporou obrázků; text je možné následně „explodovat“ do samostatných buněk pro reorganizaci (Joyce, 1991, s. 383). Podobně jako u *FRESS* a *Intermedia* lze odkazy tvořit mezi jednotlivými fragmenty textu, případně je možné se odkázat na buňku nebo i jiné dokumenty. Buňky mohou být uspořádané do

cest, které mohou sloužit například k linearizaci textu pro tisk nebo nabízet různé tematické průchody dokumentem (Joyce, 1991, s. 385).

Specifickou vlastností Storyspace je explicitní oddělení rolí tvůrce a čtenáře. Čtenář nevidí celý korpus hypertextu a vazby mezi buňkami, namísto toho text postupně prochází a vytváří si vlastní výklad. Ryan (2001, s. 219–220) používá metaforu kaleidoskopu ve kterém zabudovaná zrcadla zaručují líbivý dojem bez ohledu na uspořádání tvarů. Obdobně je možné jednotlivé fragmenty textu uspořádat do nejrůznějších kombinací, které však musí vytvářet podobně atraktivní a smysluplný čtenářský zážitek. Storyspace proto nabízí i funkci tzv. *guard fields*, které zpřístupní čtenáři odkaz jen po splnění určité podmínky – typicky po průchodu určitými buňkami (Joyce, 1991, s. 386; Barnet, 2014, s. 125).

Storyspace po třiceti letech nadále vyvíjí a prodává společnost Eastgate Systems (Eastgate Systems, 2017). Podobně jako většina raných hypertextových systémů vznikl Storyspace jako samostatná aplikace, bez podpory síťového propojení nebo spolupráce více uživatelů (Barnet, 2014, s. 131,134). Jedná se však o užitečný nástroj pro tvorbu lineárních i nelineárních textů, kde hypertextová funkcionalita může být využita pro elektronickou publikaci textu, nebo jako prostředek autora k utřídění si myšlenek.

### 1.7 Microcosm

Projekt Microcosm začal v roce 1989 na Southamptonské univerzitě s cílem umožnit propojení napříč nejrůznějšími aplikacemi. Autoři zvolili podobnou metodu jako systém Intermedia: odkazy jsou samostatné entity uložené v databázích (*linkbases*) (Müller-Prove, 2002, s. 31) a hypertextové funkce jsou dostupné jako služba operačního systému. Microcosm však kromě vlastních aplikací nabízí integraci s existujícími aplikacemi (jako např. Microsoft Word) a portabilitu mezi operačními systémy.

Systém umožňuje vytvářet několik druhů odkazů mezi dokumenty: „Specifické odkazy“ umožňují propojit zcela konkrétní objekt nebo fragment textu. „Lokální odkazy“ mezi sebou propojují konkrétní dokumenty jako celky. „Generické odkazy“ pak umožňují propojit libovolný objekt v libovolných dokumentech s konkrétní destinací – příkladem může být slovník odborných termínů:

system může v novém dokumentu automaticky vytvořit odkazy do slovníku<sup>1</sup> (Davis et al., 1992, s. 184; Fountain et al., 1990, s. 4). Zajímavá je funkce „dynamických odkazů,“ které nemají konkrétní zdroj ani cíl – namísto toho jsou výsledky generované algoritmicky, například hledáním podobnosti mezi dokumenty (Müller-Prove, 2002, s. 31).

Microcosm rozlišuje tři typy aplikací (*viewers*) podle míry integrace se systémem (*awareness*): Plně integrované aplikace přímo od autorů Microcosm podporují všechny funkce systému. Částečně integrované aplikace byly adaptované pomocí rozšíření a umožňují systému předat informace pro vytvoření odkazů. Neintegrované aplikace je možné podporovat alespoň skrze systémovou schránku (tj. funkce kopírovat a vložit). V případě horší integrace není možné uživatele odkázat na konkrétní část dokumentu, Microcosm v takovém případě podporuje alespoň lokální a generické odkazy (Davis et al., 1992, s. 185–186).

Nevýhodou Microcosm je riziko zneplatnění odkazů, které vyplývá z jejich separace od samotných dokumentů. Pokud je dokument smazaný nebo upravený v aplikaci, která není do systému integrovaná, odkazy se rozbijí. Obdobný je problém s verzováním: pokud se odkazovaný dokument změnil, není jednoznačné, zda by měl uživatel dostat původní nebo novou verzi (ibid., s. 188–189).

Projekt Microcosm se pokoušel integrovat funkce hypertextu do operačního systému s využitím existujících aplikací. Snahou bylo otevřít dokumenty pro propojování a odkazování. V tomto záměru se společně se systémy Intermedia a Hyper-G řadí mezi „otevřené hypermediální systémy“ (*Open Hypermedia Systems*) (Müller-Prove, 2002, s. 43).

## 1.8 Hyper-G/HyperWave

System Hyper-G vzniknul v polovině devadesátých let jako „síťový informační systém druhé generace“ který řeší nedostatky systémů první generace, tj. Gopher a WWW. Autoři z Technické univerzity ve Štýrském hradci (TU Graz) se v článku *The Hyper-G Network Information System* zaměřují na šest nedostatků Webu a navrhují jejich řešení (Andrews et al., 1995).

<sup>1</sup>Jak si všímá Müller-Prove (2002, s. 31), tato funkcionalita je zobecněním odkazů v systému HyperTIES. Obdobou je i automatické vytváření odkazů pomocí *CamelCase* v některých wiki systémech.

Web poskytuje pouze jednosměrné odkazy, které jsou pevnou součástí textových dokumentů; typicky se dokumenty přesouvají nebo se mažou, což vede k nefunkčním odkazům (Andrews et al., 1995, s. 207). Server pro Hyper-G si udržuje samostatnou databázi odkazů, kterou automaticky synchronizuje s dalšími servery (Andrews et al., 1995, s. 208; Müller-Prove, 2002, s. 35).

Web nenabízí žádné nativní nástroje pro vyhledávání, je zcela závislý na externích vyhledávacích službách které mají omezené pokrytí a neposkytují aktuální výsledky (Andrews et al., 1995, s. 207). Hyper-G má zabudované funkce pro vyhledávání a je možné vyhledávat na několika serverech paralelně (ibid., s. 208).

Pro implementaci pokročilých funkcí je zapotřebí logika na serveru, která narušuje uniformitu rozhraní – každý Webový server se chová jinak, „což vede k ‚balkanizaci‘ (jak říká Ted Nelson) Webu do nezávislých ‚W3 impérií““ (ibid., s. 207). Tím, že Hyper-G nabízí v jádru více funkcí pro získávání a strukturování informací, není zřejmě tyto funkce nutné implementovat samostatně pro každou stránku. Hyper-G má i zabudovaný model autentizace a oprávnění (ibid., s. 208).

S pokročilými funkcemi souvisí i nedostatečná podpora pro správu většího množství dat na Webu (ibid., s. 207). Hyper-G umožňuje soubory organizovat do kolekcí, které je možné do sebe vnořovat a jeden dokument může náležet do více kolekcí. Speciálním typem kolekce je *cluster*, který kombinuje související soubory do jedné logické jednotky – například překlady stejného dokumentu nebo video se související transkripce. Zároveň je možné se na kolekce odkazovat jako na celek (Müller-Prove, 2002, s. 36).

Dalším problémem Webu je fakt, že stránky jsou pouze pro čtení; uživatelé mohou informace pouze pasivně procházet (Andrews et al., 1995, s. 207). Klientská aplikace pro Hyper-G, prohlížeč Harmony má v sobě zabudované funkce pro editaci dokumentů a protokol *Harmony Document Viewer Protocol* (DVP) umožňuje změny v dokumentech ukládat na serveru (ibid., s. 212).

V poslední řadě je Web obtížně škálovatelný – populární stránky mohou být zahlcené uživateli (ibid., s. 207). Server Hyper-G umí automaticky replikovat a aktualizovat obsah, což usnadňuje rozložení zátěže (Andrews et al., 1995, s. 10; Müller-Prove, 2002, s. 38).

Adopci Hyper-G měla pomoci kompatibilita s existujícími systémy. K Hyper-G serveru mohou, kromě nativních klientů, přistupovat i prohlížeče pro Web a Gopher. Server samotný se chová jako klient pro tyto protokoly, což

mu umožňuje získat data z existujících serverů. V systémech „první generace“ prohlížeče přistupují ke každému serveru samostatně. Naproti tomu v Hyper-G se uživatel připojuje ke „svému“ Hyper-G serveru, který zajišťuje autentizaci a může si ukládat data ze vzdálených zdrojů pro rychlejší přístup (Andrews et al., 1995, s. 211). Klientské aplikace pro Hyper-G proto mohou podporovat pouze nativní protokol, podpora pro jiné systémy je řešená na serveru.

Prohlížeč Harmony zahrnuje podporu pro řadu formátů, včetně videí a 3D scén. Podobně jako v Intermedia může uživatel vytvářet odkazy mezi sebou, včetně anotování videí (ibid., s. 213) pochopitelně s tou výhodou, že vše je možné snadno publikovat přes Internet. Harmony zároveň vytváří navigační mapu, která uživateli ukazuje jeho cestu hypertextem (ibid., s. 214). Harmony nebyl jediným prohlížečem, další implementace i podrobný popis celého systému rozebírá kniha *HyperWave: The Next Generation Web Solution* která je volně dostupná v elektronické verzi na stránkách TU Graz (Maurer, 1996).

Hyper-G svojí sofistikovaností velice připomíná systém Xanadu. Autoři vytvořili i komerční verzi systému pojmenovanou HyperWave. Nicméně i přes svou robustnost a kompatibilitu s dosavadními systémy se systém Hyper-G neujal. Web i přes veškeré nedostatky kritizované autory Hyper-G měl jednu zásadní výhodu: adaptabilitu (viz třetí kapitola, str. 79).

## 1.9 Enquire a World Wide Web

Tim Berners-Lee začal pracovat v laboratořích CERN v roce 1980 jako konzultant. Od začátku jej fascinovala složitost organizační hierarchie a heterogenita prostředí v CERN, proto si vytvořil aplikaci Enquire, která mu pomáhala sledovat vazby mezi lidmi, programy a hardwarem. Informace v Enquire jsou organizované na „kartičkách,“ které mezi sebou mají obousměrné sémantické vazby, jako „A vyrobil B“ nebo „A je součástí B“ (Berners-Lee, 1994).

Během svého pozdějšího působení na CERN ve druhé polovině osmdesátých let viděl potřebu jednotného informačního systému podobného Enquire ale pro celý CERN. Existující systémy nebyly vyhovující, protože uživatele nutily organizovat informace specifickým způsobem (Berners-Lee; Fischetti, 1999, s. 15). Berners-Lee proto přišel v roce 1989 s návrhem na nový informační systém, postavený na principech hypertextu – zejména možnosti odkazovat

se na zdroje (Berners-Lee, 1989). Hlavní motivací byl problém ztrácejících se informací a nedostupné dokumentace v důsledku velké fluktuace zaměstnanců – nicméně „CERN je miniaturou zbytku světa za několik let“ (ibid., § *Losing Information at CERN*). Cílem bylo vytvořit systém dostatečně obecný a zároveň přizpůsobivý pro různé případy použití (Berners-Lee; Fischetti, 1999, s. 20).

Berners-Lee v návrhu apeluje zejména na kompatibilitu a interoperabilitu navrhovaného systému. Musí fungovat napříč různými operačními systémy, musí podporovat různá zobrazovací zařízení (základem jsou textové terminály, grafika může být řešena až časem)<sup>1</sup> a být decentralizovaný – nikdo nemusí žádat o povolení k jeho nasazení (Berners-Lee, 1989, § *CERN Requirements*; Berners-Lee; Fischetti, 1999, s. 16). Zároveň umožní přístup k aktuálním datům uloženým v existujících systémech, ať už jsou to databáze nebo manuálové stránky; odkaz v dokumentu může případně spustit aplikaci (Berners-Lee, 1989, § *Accessing Existing Data*).

Systém *World Wide Web* je definován třemi elementy (v pořadí důležitosti): adresní schéma (*Universal* či *Uniform Resource Identifier* – URI), protokol pro přenos dat (*HyperText Transfer Protocol* – HTTP) a značkovací jazyk (*HyperText Markup Language* – HTML). Berners-Lee měl problém předat myšlenku, že *World Wide Web* nezahrnuje nic víc – neexistuje uzavřená síť kde tyto technologie fungují, ani centrální autorita, která Web provozuje; Web samotný je „informační prostor“ (Berners-Lee; Fischetti, 1999, s. 36). Univerzální adresní schéma zajišťuje, že je možné získat libovolnou informaci z „prostoru.“ HTTP následně umožňuje, aby se klient a server „domluvili“ na přenosu informace ve formátu, se kterým oba umí pracovat (ibid., s. 36–37) – to podporuje princip interoperability. HTML dokumenty obsahují odkazy na další zdroje, proto není zapotřebí žádná centrální databáze odkazů (ibid., s. 16).

Řada klíčových rozhodnutí v návrhu Webu je vnímána jako zásadní slabiny systému – viz např. Hyper-G (viz str. 37). Přístup k „živým datům“ znamená, že informace z Webu mohou beze stopy zmizet, nebo se zcela změnit. Odkazy, které jsou pevnou součástí dokumentů znemožňují, tentýž text použít v jiném kontextu. Web se také soustředí pouze na propojitelnost textu, hypermédiu, jako zvuk a video, explicitně nebyly součástí návrhu (Berners-Lee; Cailliau, 1990; Berners-Lee, 1989). V původním kontextu Webu, jako informačního systému pro CERN se však jednalo o logické ústupky.

---

<sup>1</sup>Současným ekvivalentem tohoto konceptu je *progressive enhancement*, Gustafson (viz 2008).



Berners-Lee v návrhu Webu počítal s funkcemi, které bychom v současných prohlížečích hledali marně. Web měl usnadnit jak přístup k informacím, tak jejich publikaci. Proto první webový prohlížeč (*WorldWideWeb*, později přejmenovaný na *Nexus*) v sobě zahrnoval vizuální editor HTML dokumentů. Dokumenty pak bylo možné přímo z prohlížeče publikovat na serveru pomocí HTTP metody POST (Müller-Prove, 2002, s. 34). Vedle editace dokumentů je v návrhu zmíněná možnost „přidávání soukromých anotací“ (Berners-Lee, 1989, § *Private links*). Prohlížeč Mosaic, který se zasloužil o popularizaci Webu, měl podporu pro vytváření skupinových anotací, která však byla v raných verzích odstraněná (Summers, 2013).

Berners-Lee v původním návrhu Webu také popisuje možnosti strojového zpracování hypertextové databáze skrze „odkazy s typy“ (Berners-Lee, 1989, § *Data analysis*; Berners-Lee; Fischetti, 1999, s. 21). Zárodky tohoto nápadu jsou viditelné v aplikaci Enquire, ve které karty nejsou propojené prostými odkazy, ale mají mezi sebou sémantické vazby. Berners-Lee tuto myšlenku později rozvedl ve vizi „Sémantického webu“ tj. zpřístupnění znalosti na Webu skrze strojově čitelná data. To by umožnilo softwarovým agentům „porozumět“ datům pro automatizaci některých činností nebo sofistikovanější získávání informací (Berners-Lee; Fischetti, 1999, s. 177–198). To evokuje představu Vannevara Bushe o autonomním Memexu (viz str. 25). Web však nebyl navržen tak, aby čtenáři mohli snadno vytvářet asociativních vazby mezi dokumenty – jedinou možností je vytvořit zcela nový dokument, který tyto vazby popíše.

## 1.10 Shrnutí

V kapitole byly představeny některé hypertextové systémy, jejich záměry a motivace jejich tvůrců. Na systémech je patrné, že koncept hypertextu byl pojímán mnohem širěji, než jak jej demonstruje současný Web. Zároveň se konkrétní aplikace hypertextu vyvíjely společně s rozvojem technologií. Paul Otlet se ve svém díle snaží „osvobodit“ informace z jejich fyzických forem v knihách a přenáší je na kartičky. Memex Vannevara Bushe stále operuje v mantinelech fyzických dokumentů a stránek, byť redukovaných na mikrofilmy. Douglas Engelbart přenáší vizi Memexu na digitální počítače. Výsledný systém NLS tvoří unifikované prostředí, kde je hypertext integrovaná funkce systému. Obdobně systémy HES a FRESS Andries van Dama pracují s ucelenou hypertextovou databází. Intermedia značí posun do roviny multimédií a snahu vytvořit obdobně

jednotný systém pro hypermédiá. Microcosm pak znamená posun k pragmatismu: protože aplikací a datových formátů je příliš mnoho, systém se snaží vytvořit hypermediální vrstvu nad konvenčními operačními systémy. World Wide Web pak problém hypertextu přenáší do síťového, distribuovaného systému – zároveň však rezignuje na problematiku užší propojitelnosti dokumentů a hypermédií, stačí, že jsou zdroje dostupné. Tento a další problémy Webu se snaží řešit systémy jako Hyper-G, avšak za cenu větší complexity.

Web ve své jednoduchosti a decentralizovanosti sice do velké míry naplnil představu o jednotném informačním prostoru, avšak za cenu velkých kompromisů. Uživatel Webu je automaticky redukován do role konzumenta, publikace obsahu není implicitní a univerzální součástí Webu (Wright, 2007, s. 220), ale funkce specializovaných nástrojů nebo netriviální technická dovednost. Současný Web není „dokuverzum“, jaké si představoval Ted Nelson, kde je možné vytvářet a remixovat stejně snadno jako číst a kde se žádná verze žádného dokumentu nikdy neztratí. Tuto vizi popisuje následující kapitola.

## Kapitola 2

# Xanadu: Vize a skutečnost

Nelson vymyslel koncept Xanadu v šedesátých letech 20. století a od té doby svojí vizi dále rozvíjí. Představoval si Xanadu jako komerční instituci a globální systém pro hypertextovou literaturu. Na základě jeho vize vznikla řada prototypů a funkčních aplikací, které demonstrují pouze střípky Nelsonova plánu, ne však systém Xanadu jako celek. Tato kapitola proto popisuje Xanadu ve dvou rovinách. Nejprve jako evoluci vize hypertextu a Xanadu skrze Nelsonovy texty, tj. „co mělo být.“ Následuje analýza aplikací a prototypů, které se snaží tuto vizi implementovat, tj. „co doopravdy vzniklo.“ Ve třetí části kapitoly jsou shrnuty jednotlivé cíle systému Xanadu, které slouží jako východisko pro následující kapitolu.

### 2.1 Evoluce vize Xanadu

Nelson rád vzpomíná na určitý moment, když mu bylo kolem pěti let. Plavil se na loďce se svým dědečkem a nořil ruce do vody. Při tom sledoval různá „místa“ ve vodě, jak protékají mezi jeho prsty – „místa“ se rozdělila a potom spojovala pokaždé jinak (*Lo and Behold*, 2016; Barnet, 2014, s. 66). Nekonečné množství spojení a komplexit Nelsona fascinovalo a od té doby začal uvažovat o fundamentálních vazbách, spojeních, která formují naše životy a myšlenky – a jak s těmito vazbami pracovat a neztratit je (Barnet, 2014, s. 66).

Nelson celý život zápasí s organizací všech nápadů, myšlenek a materiálů. Zkoušel různé papírové organizační systémy, kartičky, či Filofax, ale žádný z nich neřešil fundamentální problém: jeden nápad může být na více místech. V roce 1960 se Nelson zapsal na počítačový kurz na Harvardu a spatřil alternativu.

Podobně jako Engelbart viděl v počítači univerzální nástroj pro práci s informacemi, který by mohl vyřešit jeho problém s organizací myšlenek. Především problém duplikace informací. Protože každý nápad staví na dřívějších myšlenkách a jedna myšlenka může být součástí více dokumentů. Počítač umožňuje nápady mezi sebou propojovat a odkazovat se na ně z více míst, takže každá myšlenka je uložena právě jednou. Tento koncept, později pojmenovaný „transkluze“ je významnou součástí systému Xanadu (Barnet, 2014, s. 70).

Nelson chtěl jako semestrální projekt vytvořit systém pro práci s textem na mainframu IBM 7090, toho času jediném počítači na Harvardu. Systém měl umožnit vytváření dokumentů na obrazovce, jejich ukládání, editaci a tisk. Oproti jiným textovým editorům (které v té době ještě neexistovaly) však měl umožnit i revizi všech předchozích a alternativních verzí dokumentu, jejich porovnávání a případně obnovení smazaných částí (ibid., s. 71). Nelsonovou prioritou bylo „usnadnit porovnávání alternativních možností“ (Nelson, 1993, s. 1/25) – dvě verze textů by byly zobrazené vedle sebe tak, aby je uživatel mohl zblízka porovnat mezi sebou. I tento koncept je charakteristický pro většinu návrhů Xanadu, později býval označován jako *Parallel Textface* či *Trainspointing Windows* (více viz str. 53). Nelson však semestrální projekt nedokončil, po napsání přibližně čtyřiceti tisíc řádek strojového kódu si uvědomil, že pravděpodobně podcenil obtížnost problému (Rheingold, [1985], § 14). Později ke svému projektu na Harvardu dodal: „Přišlo mi to tehdy tak jednoduché a jasné. Stále mi to tak přijde. Ale stejně jako většina začínajících programátorů jsem si spletl jasný plán s krátkou vzdáleností.“ (Nelson, 1993, s. 1/26)

Na začátku šedesátých let se na Harvardu také diskutovalo o podpoře výuky počítačem (*Computer-aided instruction*, CAI). To Nelsona přivedlo k myšlence výukového programu, kde by uživatel mohl zkoumat různá témata a teorie tak, že by procházel sítí informací – „program tisíce teorií.“ Tento koncept pojmenoval jako „hypertext“ (Barnet, 2014, s. 71; Nelson, 1993, s. 1/26). Myšlenky hypertextu pro výuku s počítačem Nelson rozvedl později v článku *No More Teacher's Dirty Looks* (viz str. 52).

### 2.1.1 ELF a hypertext

V roce 1965 Nelson publikoval příspěvek *A File Structure for The Complex, The Changing and the Indeterminate*, kde představuje formát *Evolutionary List File*

(ELF) složený z datových struktur „zipových seznamů“ (*zippered lists*) (Nelson, 1965, s. 89). Každý seznam se skládá ze záznamů obsahujících libovolnou diskrétní informaci (např. text nebo obrázek), a odkazů. Odkaz vede od záznamu v jednom seznamu k záznamu v seznamu jiném. Mají-li mezi sebou dva seznamy odkazy, mohou do sebe zapadat jako „zip“ (ibid., s. 90) – záznamy z jednoho seznamu proloží záznam druhý. Taková datová struktura umožňuje porovnávání dokumentů mezi sebou: „záznam představuje důležitý nadpis v jednom dokumentu a okrajovou poznámku ve druhém a všechny záznamy mohou být psané a čtené nelineárně“ (Barnet, 2014, s. 72). Když odkazy propojí jednotlivé verze dokumentů, autoři uvidí jakým způsobem se rozvíjela určitá myšlenka (ibid., s. 72). Pokud záznamy obsahují kusy kódu, propojením s anotacemi může programátor pracovat paralelně na několika verzích a v jiném seznamu kód dokumentovat (Nelson, 1965, s. 93–94). Jak zdůrazňuje Barnet (2014, s. 72), důležitou vlastností tohoto návrhu bylo, že měl používat počítač k ukládání a zobrazování prakticky neomezeného množství informací – nic podobného papír snadno neumožňuje. Nelson zpětně hodnotí ELF jako velice špatný návrh, který nicméně umožňoval porovnávat dokumenty mezi sebou, včetně historických revizí, a opětovně používat jejich části (Nelson, 2010a, s. 151; Barnet, 2014, s. 72). Oba tyto koncepty tvoří součást Xanadu. Návrh zipových seznamů byl později zobecněn jako *collateral structures* (Nelson, 1974, s. DM52) a navazuje na něj systém ZigZag (Barnet, 2014, s. 72; popis na str. 65).

Ve stejném článku Nelson představuje pojem hypertext, který popisuje jako „korpus psaného nebo obrazového materiálu který je tak komplexně propojený, že jej není možné prezentovat nebo reprezentovat na papíře“ (Nelson, 1965, s. 96). Nelson zdůrazňuje, že i zvukové a audiovizuální nahrávky, které jsou lineární jako text, mohou být reprezentované nelineární formou, lze si proto představit „hyperfilm“ jako jeden příklad hypermédií. Hypertext zároveň řeší svázanost hierarchické kategorizace informací. Nelson zdůrazňuje, že informační systémy musí být natolik flexibilní, aby pojaly nové formy kategorizace – obory bádání se neustále vyvíjejí a propojují mezi sebou, proto neexistuje jedna „ideální“ či „permanentní“ hierarchie informací (ibid., s. 97). Podobný problém zmiňuje Vannevar Bush, který hierarchické systémy považuje za nepřirozené (viz str. 23).

### 2.1.2 Hypermédia a film

V článku *Getting It Out Of Our System* dále rozvíjí koncept hypertextu jako média (nikoliv „příslušenství“) pro nelineární text, které v sobě kombinuje vlastnosti filmu a knih (Nelson, 1967, s. 191,195-196). Právě evoluci filmového média prezentuje jako analogii možného rozvoje hypertextu. Na počátku se filmy tvořily podle pravidel divadelní tvorby: film se skládal z dlouhých, statických scén. Začátkem dvacátého století však režisér D. W. Griffith ve svých filmech začal aktivně pracovat s kamerou a výpravou skrze krátké střihy, čímž položil základy moderní filmové tvorby (ibid., s. 203). Stejně tak i počítač je médium se skrytým potenciálem, nabízející nové možnosti pro práci s informacemi, které nejsou na první pohled patrné. Je proto přirozené přebírat techniky starého média, tj. papírových dokumentů. Hypertext je pak další krok naplňující potenciál nového média pro práci s informacemi.

Nelsonova inspirace filmem je patrná i v pozdější tvorbě, kde aplikuje koncepty systémů pro nelineární střih pro práci s dokumenty (viz str. 61). Wright (2007, s. 209) přirovnává Nelsona k Hitchcockovi. Tento režisér věděl velice málo o technických podrobnostech výroby filmů, svým stylem však zásadně ovlivnil rozvoj kinematografie. Obdobně i Nelson ovlivnil vývoj celého IT odvětví, aniž by počítače sám programoval. Markoff (2007) zmiňuje Nelsonovu prezentaci pro IBM, kterou údajně přesvědčil představitele firmy, aby vstoupili na trh osobních počítačů.

### 2.1.3 Počátky Xanadu a Hypertext Implementation Notes

V roce 1966 Nelson pojmenoval svůj hypertextový projekt *Xanadu*, inspirován nedokončenou básní Samuela Taylora Coleridge *Kublajchán aneb Vidění ve snu* (Barnet, 2014, s. 76). Xanadu Nelsonovi přišlo jako „perfektní jméno pro *magické místo literární paměti*“ (Nelson, 1993, s. 1/30). Barnet (2014, s. 76) zmiňuje, že Kublajchán je nejslavnější nedokončená báseň romantismu – existuje jako obraz potenciálu, který nebyl nikdy naplněn.<sup>1</sup> Jak Coleridgovo, tak Nelsonovo Xanadu je stále zdrojem inspirace pro nová díla. Jak ale komentuje Nelson: „Všichni se Xanadu pouze inspirují, nikdo nerealizuje přímo můj/náš návrh.“ (ibid., s. 76)

---

<sup>1</sup>Jako další zdroj Nelsonovy inspirace bývá uváděn film *Občan Kane*: „Xanadu“ se jmenuje nedokončené panství hlavní postavy (Wright, 2007, s. 209).

To byl i případ Andyho van Dama, který s Nelsonem pracoval na systému HES, ale jeho záměrem nebylo implementovat Xanadu v celé šíři (viz str. 30). Nelson v roce 1968 vytvořil ručně psaný dokument *Hypertext Implementation Notes* pro van Damův tým, kde popisuje ELF, Xanadu, vizualizaci pomocí grafů a několik forem hypertextu. Grafová vizualizace hraje centrální roli v práci s hypertextem – může sloužit k zobrazení vazeb mezi hypertextovými dokumenty a jejich částmi, ke sledování historie dokumentu a jeho alternativních verzí, případně k zobrazení různých uživatelských aktivit (Nelson, 1968, s. 4). Popis Xanadu evokuje koncepci grafických okenních rozhraní: data jsou zobrazena v „oknech“ variabilní velikosti. Okna tvoří grafovou strukturu: mohou to být vazby mezi diskrétním hypertextem nebo propojené aktivity uživatele na jeho „pracovní ploše“ (ibid., s. 6–7). Dále dokument popisuje souborový formát *Poignant*, který by mohl sloužit k implementaci hypertextových dokumentů. Formát by umožňoval existenci více možných cest stejnými dokumenty (podobně jako asociativní cesty v Memexu) a zároveň by měl řešit „diplomatické vztahy mezi dokumenty,“ zejména aby změny v odkazovaném dokumentu nepoškodily odkazující soubory (ibid., s. 8–9) – tzn. odkazy musí být obousměrné.

Nelson v dokumentu představuje následující formy hypertextu:

**Jednoduchý nespojitý hypertext** propojuje kousky (*chunks*) textů. Uživatel může „skákat“ mezi samostatnými kousky textů, případně se posouvat kontinuálním textem (ibid., s. 10–11). Jedná se o jedinou formu, kterou implementoval systém HES. Barnet (2014, s. 7) podotýká, že se také jedná o dominantní formu hypertextu implementovanou i ve většině dalších systémů, včetně Webu.

**Repetitivní nespojitý hypertext** je rozšířením jednoduché formy s možností odkazovat na „molekuly“ kousků textu (Nelson, 1968, s. 12–13). To nejspíše znamená, že kousky mohou být sdružené do větších struktur, na které je možné se odkazovat jako na celek. Zároveň však jednotlivé kousky mají stále možnost odkazovat mimo svou molekulu. Obdobu tohoto konceptu představuje Storyspace, kde je možné jednotlivé buňky zanořovat do sebe a odkazovat na jejich celky (viz str. 35), případně kolekce v Hyper-G (viz str. 38).

**Jednorozměrný spojitý hypertext** či *Stretchtext* umožňuje „natáhnout“ text do větších podrobností. To si lze představit jako přibližování nebo

oddalování textu do větších či menších úrovní detailu. Nelson popisuje navigaci spojitým hypertextem jako let dvourozměrným prostorem: uživatel může ovládat svou pozici a „výšku“ v textu (ideálně pomocí dvou pák) (Nelson, 1968, s. 14–18). Nielsen (1995, s. 55–56) si všímá podobnosti Stretchtextu s funkcí nahrazovacích tlačítek v systému Guide, která „rozbalí“ krátký text pro větší podrobnosti a slouží například k navigaci mezi kapitolami. Nelsonův původní popis se však zaměřuje zejména na kontinuální, plynulý pohyb různými úrovněmi Stretchtextu.

**Vícerozměrný Stretchtext** rozšiřuje Stretchtext o více rozměrů, které lze chápat i jako atributy (Nelson, 1968, s. 19). Jinými slovy, text lze „roztahovat“ ve více „směrech.“ Nelson nenabízí u tohoto typu hypertextu příklad. Lze si však představit, že by si uživatel mohl nastavit třeba vyznění textu, jeho formálnost, odbornost, či popisnost. Případně by uživatel mohl zvyšovat podrobnost textu ve směru různých témat. Nelson se však nezabývá otázkou jak takový text vytvořit.

**Proustovská editace textu** je aplikací jednorozměrného Stretchtextu do rozměru času. Nelson zde rozvíjí svůj původní záměr semestrálního projektu na Harvardu a jeden z cílů systému ELF (viz str. 44): Přístupnost všech historických a alternativních verzí dokumentu. Jednotlivé revize je možné ukládat jako sérii změn. Uživatel se může vrátit k předchozí verzi dokumentu a založit alternativní větev, přičemž větve stejného dokumentu se mohou vzájemně odkazovat, uživatel je může anotovat nebo popisovat souvislosti mezi jednotlivými verzemi (ibid., s. 20–21). Tento koncept evokuje systémy pro správu verzí, například současný Git, který ukládá revize ve formě změn mezi jednotlivými verzemi a revize lze vytvářet v paralelních větvích (Git, 2017).

V závěru dokumentu se Nelson zamýšlí nad problematikou „hyper-rukopisů“, nedokončených hypertextových dokumentů které se stále vyvíjí. To přináší dříve zmíněný problém udržování funkčnosti odkazů. Pro Nelsona z toho vyplývá, že příchozí odkaz bude fixovat dokument v určité verzi (Nelson, 1968, s. 23–24). To je zajímavý kontrast oproti návrhu Webu, který apeluje na dostupnost „živých dokumentů“ bez ohledu na jejich historii a alternativní verze (viz str. 40).



### 2.1.4 Setkání s Engelbartem

V prosinci roku 1968 Engelbart demonstroval interaktivní práci s textem na počítači (viz str. 27). Nelson sám se s Engelbartem potkal o rok dříve a zvažoval, že by se do vývoje NLS zapojil. Jak Engelbart tak Nelson se inspirovali Bushovou vizí Memexu a sledovali stejný záměr, tj. rozšíření lidských intelektuálních schopností skrze počítač (Nelson (1974) v knize *Dream Machines* pro takový nástroj používá označení *thinkertoy*). Nelsonovi však na NLS nevyhovovalo hierarchické paradigma a omezení délky jednotlivých záznamů. Z Engelbartova systému však převzal ovládání myši a uznává mu prvenství konceptu textového odkazu<sup>1</sup> (Barnet, 2014, s. 78–79).

Oba systémy se liší ještě v jednom podstatném směru. Xanadu navazuje na Memex jako nástroj určený zejména pro individuální práci jednotlivce, zatímco NLS měl podpořit spolupráci skupiny. Nelson to popisuje následovně:

„Rozdíl mezi mnou a Dougem Engelbartem je ten, že on vidí svět v harmonii, zatím co já jej vidím v neshodě. Mé systémy byly navrženy s předpokladem, že se budeme potýkat s neshodou na všech úrovních.“ (Rozhovor s Nelsonem podle *ibid.*, s. 43)

Jak NLS, tak Xanadu do jisté míry zrcadlí povahu svých tvůrců. V čem má naopak Engelbart blíže k Bushovi, je především technický pohled. Jak si všimá Rheingold ([1985], § 14), Engelbart viděl počítač především jako nástroj k řešení praktických problémů. Nelson se svým humanitním vzděláním naopak uvažoval nad širším kulturním dopadem počítačů a hypertextu – novými formami umění včetně literatury.

### 2.1.5 Rané technické návrhy

Po neúspěchu na Brownově univerzitě se Nelson vydal po vlastní ose a věnoval se zejména technickým aspektům návrhu Xanadu, organizaci dat v paměti a na disku (Nelson, 1993, s. 1/32). V roce 1971 sepsal technický popis Xanadu postavený na datových a řídicích proudech (*streams*) a kruhových zásobnících (*circular buffers*). Nelson systém popisuje dvojitou metaforou,

<sup>1</sup>Nelsonovy rané návrhy i HES prezentují odkazy jako značky v textu podobně jako poznámky pod čarou. Textové odkazy, kde úsek textu slouží jako odkaz, byly popularizované zejména Webem.

postavenou na dvou významech slova *bed*: řečiště a lůžko. Datové proudy se pohybují „řečištěm“, což nazývá jako „klokotání“ (*babbling*). Proudly se skládají ze samostatně uložených sekcí, „zátočin“ (*meanders*) (Nelson, 1971, s. 8). Nelson zdůrazňuje význam oddělení čistých dat od řídicích sekvencí (například formátování); ty jsou uloženy v samotných řídicích proudcích (*control streams*), které se mohou odkazovat do různých datových proudů (*ibid.*, s. 9). Tento přístup je patrný i v pozdějších iteracích Xanadu. Řečiště slouží k organizaci dat v paměti do fixních bloků, které obsahují kontrolní sekvenci – „polštář“ (*pillow*). Ten obsahuje informace o příslušném řečišti a ukazatele na zátočiny uložené na disku. Nelson tak svérázným způsobem popisuje způsob organizace dat v externí paměti, tj. souborový systém.

Nelson popisuje Xanadu jako ucelený operační systém, který by mohl využívat stejné principy hypertextu i pro programování vlastních funkcionalit (*ibid.*, s. 38). Nelsonova snaha o vytvoření „unifikované teorie“ pro software je patrná i o třicet let později v návrhu ZigZag (viz str. 65). V šedesátých a sedmdesátých letech však Nelson neměl jinou možnost. Robustní operační systémy a programovací jazyky, které poskytují všechny potřebné abstrakce pro správu dat a práci s grafikou neexistovaly nebo teprve vznikaly. Nelson požadoval po systému řadu funkcí, jež konvenční řádkové terminály nemohly splnit, například podporu plynulých animací (*ibid.*, s. 34). Jako určitý mezikrok navrhl v roce 1972 interaktivní editor *Juggler of Text* (popsaný na str. 62).

Ve stejném roce Nelson prezentuje svou vizi na konferenci *Online* v příspěvku *As We Will Think* – název zcela záměrně evokuje Bushův článek *As We May Think*. Nelson porovnává Xanadu s vizí Memexu a hypertext jako realizaci asociativních cest. Nelson popisuje dřívější koncept porovnávání alternativních možností jako *Parallel Textface*, tj. zobrazení vazeb mezi dvěma paralelními texty (Nelson, 1991, *The Console*). Zde je i patrná inspirace Memexem: ten měl obsahovat více obrazovek, na kterých si uživatel může paralelně vyvolat dvě různé stránky a vytvořit mezi nimi vazbu. Nelson tento návrh posouvá dále, vazby mezi konkrétními fragmenty dokumentů mají být viditelné. Paralelní zobrazení zároveň konkretizuje původní záměr systému ELF a Nelson jej podrobněji rozebírá v *Dream Machines* (viz str. 53). Nelson v příspěvku popisuje i „přenosovou síť“ a obchodní model Xanadu. Počítače (nebo terminály) budou připojené do sítě, skrze kterou si uživatel může objednat a zaplatit dokumenty (*ibid.*, *The Transmission Network*). Nelson později rozvinul

system autorských práv v hypertextových dokumentech jako *transcopyright* (viz str. 76).

### 2.1.6 Enfilády

Začátek sedmdesátých let byl pro projekt Xanadu významný i kvůli „objevu“ datových struktur pojmenovaných „enfilády“ (*enfilade*), které slouží k adresaci dat a manipulaci s nimi. Enfilády byly obchodním tajemstvím do roku 1999, kdy byl zveřejněný kód dvou významných implementací Xanadu pod názvy Udanax Green a Udanax Gold (viz str. 63 a dále). Ačkoli se jedná o specializaci běžně známých a používaných datových struktur, které byly publikované nezávisle na projektu Xanadu, řada jejich „skrytých, obecných vlastností, objevených skupinou Xanadu“ publikována nebyla (Nelson, 1999e).

Enfilády jsou stromová datová struktura podobná B-stromům<sup>1</sup>, která pracuje s uzly nazvanými „DSPs“ (zkratka pro *displacements*) „WIDs“ (zkratka pro *widths*) (Sunless Sea, 2005a). První typ enfilády nazvaný *Model T* byl navržen pro editor JOT pro efektivní manipulaci s textem. Jednotlivé řetězce textu jsou uloženy v koncových uzlech stromu, takže manipulaci lze provádět pouze úpravou ukazatelů v příslušné větvi stromu. Vnitřní stromy obsahují WID odpovídající součtu délky řetězců v daném podstromu, což umožňuje nalezení textu na určité pozici v logaritmickém čase. Jedná se o obdobu datové struktury „lano“ (*rope*), která používá binární strom (Wikipedia, 2014).

V roce 1979 Stuart Greene a Mark Miller vytvořili *Obecnou teorii enfilád*, která zobecňuje WID na *WIDativity* – vlastnost, která se propaguje od uzlů ke kořeni stromu a *DSP* na *DSPativity* – vlastnost, která se propaguje od kořene ke koncovým uzlům. Nové typy enfilád odvozené z této teorie byly použité v implementaci Udanax Green (Nelson, 1999e).

K. Eric Drexler v osmdesátých letech navrhnul datovou strukturu *Ent* pojmenovanou podle chodících stromů z trilogie Pán prstenů. Jedná se o „enfiládickou strukturu se zabudovaným verzováním“ (Nelson, 1999f) použitou v implementaci Udanax Gold (viz str. 64). Její popis lze nalézt v archivu stránek Sunless Sea (2005b).

<sup>1</sup>B-strom je stromová struktura, která umožňuje uložit více prvků v jednom uzlu a zároveň všechny koncové uzly (listy) se nachází ve stejné hloubce (Wikipedia, 2017c).

### 2.1.7 Computer Lib / Dream Machines

V roce 1974 vydal Nelson vlastním nákladem stěžejní dílo *Computer Lib / Dream Machines*, vazbu dvou knih, které jsou k sobě svázané naruby. Wright (2007, s. 212) popisuje svazek jako „nadrozměrný manifest se třemi sloupci strojopisu proloženého stovkami Nelsonových hyperkinetických skečů, s kvalitou ručně vyrobeného, mimeografického díla.“

Kniha *Computer Lib* s podtitulem „Můžete a musíte rozumět počítačům PRÁVĚ TEDĚ“ podrobně popisuje vlastnosti počítačů, hardware, software a programovací jazyky. Pod heslem „MOC POČÍTAČŮ PATŘÍ LIDEM! PRYČ S KYBERPAKÁŽÍ!“ zde Nelson vyhláší válku „kyberpakáží“ (*cybercrud*), jak označuje velké korporace (zejména IBM), které ovládaly počítačový trh a činily počítače nedostupné pro běžné smrtelníky (Markoff, 2005, s. 261). *Computer Lib* se stal „manifestem revoluce osobních počítačů“ (Rheingold, [1985], § 1) a „první knihou o osobních počítačích“ (Wardrip-Fruin et al., 2003, s. 301). Jeden z prvních cenově dostupných mikropočítačů Altair 8800 se začal prodávat necelý rok po vydání Nelsonovy knihy.

Druhá kniha *Dream Machines* „si získala příznivce téměř kultovního charakteru, díky své radikálně odlišné vizi práce s počítačem, pobuřujícímu a provokativnímu stylu prezentace a nekajícím zesměšňováním institucionálního přístupu k počítačům“ (Wright, 2007, s. 211). Nelson zde popisuje svou mediální teorii, představuje nejnovější objevy na poli počítačů a počítačové grafiky a líčí svou vlastní vizi počítačového světa, hypertextu a Xanadu.

V přetisku článku z roku 1970 *No More Teacher's Dirty Looks* Nelson kritizuje trendy kolem CAI které tím, že se snaží napodobit konvenční přístupy k výuce, umocní nejhorší vlastnosti institucionálního vzdělávání (Nelson, 1974, s. DM16–DM18). Jako alternativu nabízí právě hypertext a hypermédiá, jako prostředek, kterým mohou studenti objevovat nejrůznější témata plně podle svých zájmů a tempa. Zdůrazňuje, že hypermédiá nebude potřeba „programovat“ – místo toho budou „navrhovaná, psaná, kreslená a editovaná spisovateli, umělci, designéry a editory. [...] Budou to média stejně jako obyčejná próza nebo obrázky a protože jsou v jistém smyslu ‚multi-dimenzionální‘, můžeme je nazývat hyper-média podle matematického významu pojmu ‚hyper-‘“ (ibid., s. DM18). Nelson následně ukazuje některé příklady hypermédií, kromě nespojitého hypertextu a stretchtextu (viz str. 47) jsou to i „hypergramy“ – interaktivní obrázky a animace, „hypermapy“ které je možné pozvolně přibližovat a překrývat informačními vrstvami nebo „hyper-komiks“ (ibid., s. DM19).

Nelson se pak podrobněji věnuje svým teoriím a představám o myšlení a tvorbě. „Skutečný sen je, aby ‚vše‘ bylo jednou v hypertextu“ (ibid., s. DM45).

„Velkolepý hypertext‘ by se skládal ze ‚všeho‘ co bylo napsáno o určitém tématu, i toho co s ním volně souvisí, provázané dohromady editory (a ne ‚programátory‘, sakra), ve kterém můžete číst *ve všech směrech které vás zajímají*. Mohou existovat různé cesty pro lidi, kteří přemýšlí různými způsoby.“ (ibid., s. DM44)

Výhodou hypertextu je pochopitelně odkazování – pokud je potřeba propojit dvě myšlenky, nezbyvá než vzít papír a napsat něco nového, co je spojí. Elektronicky je to otázka několika sekund (ibid., s. DM44). Nelsonův cíl propojovat témata a hledat nové souvislosti je charakterizovaný v maximě *Everything is deeply intertwined*:

„Je důležité si uvědomit, že neexistují žádné ‚obory‘ vědění; existuje pouze veškeré vědění, protože propojení mezi myriádou témat na světě nemohou být úhledně rozdělená.

Hypertext konečně nabízí možnost tohle vše reprezentovat a prozkoumat, aniž by bylo nutné to ničivě rozdělit.“ (ibid., s. DM45)

Počítačové systémy se však podle Nelsona vyvinuly směrem, kdy se snaží vše reprezentovat hierarchicky. To však není jejich přirozené chování, ale náтура lidí „od počítačů,“ kteří věří, že „vše je hierarchické“ (Nelson, 2015c, § 17.3).

Nelson používá označení *Thinkertoys* pro systémy, které pomáhají člověku myslet a představit si „komplexní alternativy“ (Nelson, 1974, s. DM52). Zde se soustředí zejména na porovnávání a pochopení různých textů a myšlenek v nich obsažených – ať už jsou to vzájemně se vylučující svědectví, částečně se shodující texty (posvátné knihy, ústavy různých států) nebo různé teorie a jejich vazby ke konkrétním důkazům (ibid., s. DM52). Nelsonovo řešení je vytvořit „kolaterální struktury,“ což jsou struktury se vzájemnými vazbami (či odkazy) skrze je lze porovnávat mezi sebou. Jde o stejný koncept jako v případě zipových seznamů (popsaných na str. 44; ibid., s. DM52). Nelson nabízí dvě formy vizualizace takových struktur: dříve zmíněný *Parallel Textface* a 3D zobrazení, které nazývá *Th3*.

*Parallel Textface* je primární grafické zobrazení dokumentů pro systém Xanadu, charakteristické prakticky pro všechny implementace. V pozdějších textech tuto funkci Nelson nazývá *Trainspointing Windows* (Nelson, 1998a). V *Dream Machines* funkci popisuje jako paralelní zobrazení dvou (nebo více) textů vedle sebe a jejich vzájemných propojení. Jak uživatel posouvá hlavní text, sekundární („závislý“) text se posouvá tak, aby byly stále viditelné odkazy. Nelson zdůrazňuje potřebu plynulé animace pro pohyb textu, aby bylo patrné odkud se text objevil (Nelson, 1974, s. DM53). Z tohoto návrhu i pozdějších implementací vyplývá, že odkazy mezi dokumenty jsou obousměrné a vedou mezi konkrétními úseky textu. Jak o čtyřicet let později podotýká Nelson (2015c, § 17.10), absence viditelného propojení mezi paralelními stránkami je největším nedostatkem textových souborů, Webu, Wordu i PDF – vše jsou to pouze elektronické systémy pro simulaci papíru. Nelson přitom doufal, že počítačové systémy, jako Engelbartův NLS, veškerou práci s papírem eliminují (Nelson, 1974, s. DM45), nikoliv že jej budou simulovat.

*Th3* (zkratka pro *Thinkertoy in 3 dimensions*) je Nelsonův koncept pro práci s textem ve 3D (ibid., s. DM55). V krychli jsou shluky bodů<sup>1</sup>, které je možné si promítnout na stěnu krychle. Projekce více bodů tak může tvořit souvislý text. Body je možné v prostoru organizovat podle různých parametrů, např. aktuálnosti, důležitosti nebo podle jiných, uživatelem definovaných atributů. Propojené body lze „rozštěpit“ do dvou krychlí, čímž vzniká obdoba paralelního zobrazení více dokumentů, ale s prostorovou vizualizací vazeb jednotlivých „point“. Nelson v podstatě vizualizuje myšlenku transformační gramatiky, s tím, že „psaní je povrchová struktura ‚point‘, které byly vloženy a spojeny do struktury přechodů, poznámek atd.“ (ibid., s. DM55). Tento koncept podtrhuje Nelsonův vizuální a prostorový přístup k problému organizace myšlenek, který je patrný i v systému ZigZag (viz str. 65).

V závěru knihy Nelson popisuje Xanadu jako operační systém se dvěma programy: obecný systém pro práci s „extrémně komplexními daty v ohromných souborech“ (v dnešní terminologii *backend*) a zobrazovací systém s podporou animací a programy pro vizualizace (*frontend*). *Parallel Textface* je jen jednou z forem vizualizace (ibid., s. DM57). Nelson předpovídá, že systém Xanadu bude dostupný během roku 1976 (ibid., s. DM56–DM57).<sup>2</sup> Systém je možné propojit

<sup>1</sup>Nelson si hraje s dvojitým významem slova *point*, které lze chápat jako bod nebo jako „pointu“ – určitou myšlenku textu.

<sup>2</sup>Možná se jedná o verzi „xu76“ na které pracoval William Barus v letech 1973–76 (Nelson, 1999f, s. 26), více informací o této verzi se mi však nepodařilo zjistit.

po lokální síti, Nelsonova představa jde však ještě dál: kompletní infrastruktura propojených počítačů která umožní uživatelům sdílet a vytvářet veškeré textové i multimediální dokumenty. Protože vybudování takové sítě by bylo extrémně nákladné, Nelson navrhuje použít franšizový model, ve kterém si bude každý moci založit lokální „pobočku Xanadu“ připojenou do globální sítě:

„Z velké dálky děti vidí vysoké, zlaté X. ‚Tati, nemůžeme zastavit? Chci si zahrát Spacewar,‘ říká malý Johnny. Velká sestra se přidá: ‚Víte co? Potřebovala bych něco zjistit pro můj sloh o římské politice.‘ A máma řekne: ‚Hele, mohli bychom tam poobědvat.‘

A tak zatočí u cedule s nápisem ‚PŘES 2 MILIARDY HODIN U OBRAZOVEK‘ a zaparkují. Táta ukáže recepčnímu svou kreditní kartu Xanadu a děti se rozběhnou k obrazovkám. Máma a táta si zatím počkají na velkou horizontální obrazovku, protože spolu chtějí sdílet jisté vzpomínky...

Sestrin sloh pak samozřejmě přijde jejímu učiteli přes *jeho* Xanadu konzoli.“ (ibid., s. DM57)

Uživatelé se budou moci připojit k nejbližšímu stánku přes telefon z domova a součástí poboček budou i soukromé místnosti s několika obrazovkami pro oslavy, jednání nebo přednášky. Nelson to dokládá několika náčrty pobočky franšizy s šestiúhelníkovou architekturou a velkým, zlatým X. Nechybí ani reklamní píseň pro propagaci Xanadu (ibid., s. DM57). Nelsonova představa informační franšizy je úsměvná a pravděpodobně ji sám koncipoval s jistou nadsázkou, na druhou stranu není příliš vzdálená realitě internetových kaváren, které začaly vznikat zejména v devadesátých letech. Nelson také prezentuje maketu „*wearable*“ verze Xanadu. Jedná se o přenosný počítač *Porta-Xan*, který si uživatel nese na zádech s CRT monitorem a obraz se mu promítá na plexisklo před obličejem (Nelson, 1974, s. DM57; Nelson, 1998b).

„Nelsonovy kánony“ nakonec definují základní pravidla, kterými by se měl řídit každý systém, který pracuje s informacemi – „Návrh zákona práv na informace“ (Nelson, 1974, s. DM58). Nelson zdůrazňuje mj. požadavky na plynulost a rychlost odezvy celého systému či jednoduchost pro uživatele (tzv. „Pravidlo deseti minut“ – laický uživatel musí být schopen se v tomto čase naučit systém ovládat). Jedná se o pravidla použitelnosti, která lze aplikovat i v současnosti. Další pravidla vycházejí z plánovaných vlastností Xanadu:

možnost propojovat libovolné textové i multimediální informace či schopnost citovat se snadným přechodem ke zdrojovému materiálu. Nelson zdůrazňuje i ochranu uživatelů „před špionáží a sabotáží“ – uživatelé musí mít možnost chránit svou identitu a identifikovat autentickou verzi dokumentu. Systém musí zachovávat i autorská práva: pokud si čtenář chce přečíst nějaký materiál, musí si jej zakoupit. Autoři dostanou z nákupu honorář. Část těchto kánonů je přeformulovaná v seznamu cílů Xanadu které sepsal Andrew Pam (viz str. 71).

### 2.1.8 Xanadu Operating Company

V roce 1979 se Nelson setkal s několika nadšenci, kteří měli zájem realizovat jeho návrhy. Během léta, které je v historii Xanadu nazýváno *Swarthmore summer*, Nelson společně s Rogerem Gregorym, Markem Millerem, Stuartem Greenem, Ericem Hillem a Rolandem Kingem položili základ nové verze Xanadu postavené na obecné teorii enfilád (Nelson, 2001b; popis na str. 51) a „xanalogické struktury“ dokumentů (Nelson, 2015c, § 17.13).

Gregory toho roku začal vyvíjet a organizovat tým kolem Xanadu prakticky na plný úvazek a na své náklady, s čímž pokračoval i po následující dekádu (Barnet, 2014, s. 81). Jak Gregory uvádí v rozhovoru pro Internet Archive: „Ted [Nelson] umí být velice rušivý. Ted je vážně geniální, ale... Já jsem chtěl hlavně vše dokončit.“ (Gregory, 2010) Proto když v roce 1983 vznikla firma *Xanadu Operating Company* (XOC), Gregory zařídil, aby Nelson sídlil v Sausalito a zbytek týmu v Palo Alto<sup>1</sup> (ibid.). S Nelsonem byla podepsaná tzv. Stříbrná dohoda (*Silver Agreement*), která Gregorymu dávala právo řídit vývoj a shánět investice (Barnet, 2014, s. 81). Nelson nebyl s touto dohodou spokojený, každý týden sice dojížděl na schůzky, ale cítil se jako „outsider“ ve vlastním projektu – jak si všímá Barnet (ibid., s. 81), podobná byla i situace kolem vývoje HES; Nelson si nepřipadal vítaný v žádném z projektů, jehož vznik inspiroval.

V roce 1987 se Gregorymu podařilo domluvit spolupráci se společností Autodesk, která o rok později koupila 80% podíl v XOC a financovala rozvoj Xanadu s úmyslem vytvořit komerční produkt (Walker, 2017, Xanadu). Díky stabilnímu financování mohl nyní Gregory přizvat dlouhodobé členy projektu, včetně Marka Millera (Wolf, 1995, § 10). Stříbrná dohoda zůstala v platnosti a Nelson si ponechal právo na hotový produkt s úmyslem vybudovat veřejný publikační systém skrze síť informačních franšíz, nyní pojmenovaných *SilverStands<sup>TM</sup>*

---

<sup>1</sup>Cesta autem trvá přes hodinu.



(Nelson, 1993, s. 5/6). Gregory považoval svou verzi Xanadu téměř za hotovou a na trh měla být uvedena za osmnáct měsíců (Walker, 2017, Xanadu). Jak Gregory prohlásil na tiskové konferenci: „Vidíte, že je to skutečné, protože to padá“ (Merron, [1988]). Miller se však domníval, že dosavadní návrh má fundamentální chyby a rozhodl pro implementaci podle zcela nového návrhu (Barnet, 2014, s. 82; Wolf, 1995, § 11). Nelson s odstupem času vnímá rozhodnutí o financování Autodeskem a novou implementaci systému jako velkou chybu: „[...] s přílivem peněz, spoustou nováčků a zcela mimo můj vliv se projekt začal vymykat kontrole. Trpěl typickými chybami: mnoho psů [zajícova smrt], příliš velká sousta, přepřahání uprostřed kopce a efekt druhého systému<sup>1</sup>.“ (Nelson, 2005b) V jeden moment v podstatě vznikalo Xanadu ve třech podobách: jako Nelsonova vize, Gregoryho implementace (verze xu88, viz str. 63), která byla nejbližší dokončení a implementace podle Millerova návrhu (*XOC Server*, resp. verze xu92, viz str. 64). Po čtyřech letech a investici kolem pěti milionů dolarů Autodesk přestal XOC financovat (Walker, 2017, Farewell, Xanadu; Barnet, 2014, s. 82). Vývoj XOC Server pokračoval pod firmou Memex do roku 1995 (Pam, 2002, § 4), avšak software zůstal nedokončený (Udanax.com, 1998a). Kód obou implementací Xanadu zveřejnil Gregory v roce 1999 pod názvem Udanax (Nelson, 2001b).

### 2.1.9 Literary Machines

Mezi lety 1980 a 1993 Nelson publikoval několik edic knihy *Literary Machines*, kde uceleně a podrobně představuje vizi hypertextu a Xanadu.<sup>2</sup> Samotná kniha je nelineárně organizovaná jako hypertext – po kapitole nula následuje několik kapitol se stejnými čísly. Čtenář je vyzván, aby je četl v libovolném pořadí (měl by však vždy projít kapitolou dva, dokud jí nebude chápat) (Nelson, 1993, Plan of This Book).<sup>3</sup> Nelson zde popisuje systém hypertextové literatury z teoretického, společenského i kulturního hlediska. Řada myšlenek z knihy – zejména teorie a technické aspekty hypertextu – se opakují i v pozdějších Nelsonových textech a jsou shrnuté na str. 71. Zmínil bych

<sup>1</sup>Efekt druhého systému charakterizuje tendenci vývojářů a architektů předimenzovat návrh druhé verze systému. U prvního návrhu ještě neznají problémovou doménu – „neví, co dělají.“ U druhého se ale pokusí implementovat všechny funkce, na které se předtím nedostalo. Vznikne tak nabobtnalý a příliš složitý návrh. U následujících návrhů „jsou již poučení“ (Brooks, 1975, s. 55).

<sup>2</sup>Barnet (2014, s. 75) upozorňuje, že se edice publikované před rokem 1987 výrazně liší od edic pozdějších. V této práci vycházím z posledního vydání knihy z roku 1993.

<sup>3</sup>Kniha se dobře čte i zcela lineárním způsobem.

Nelsonovu představu o kulturním dopadu, technických vlastnostech Xanadu a obchodním modelu.

Nelson se domnívá, že dostupnost globálního hypertextového systému by mohla vést k rozvoji „subkultury intelektu,“ která v sobě pojí akademickou tradici s „novou generalistickou subkulturou [...], která spojuje sci-fi s populární vědou“ (Nelson, 1993, s. 3/16). Franšízy Xanadu povedou placení nadšenci *Xanadu Hypercorps*, kombinace knihovníků, stevardů a „geeků“ (ne však nutně techniků či programátorů). *Hypercorps* pomůžou zákazníkům vytěžit maximum ze systému („v rámci daného rozpočtu“) a zároveň budou sdílet znalosti a ukazovat nové funkce systému a nejrůznější objevy nalezené v hlubinách hypertextu (ibid., s. 3/16). Komunita *Hypercorps* bude mít vlastní „argot“ a bude pořádat festivaly a události: „Hypercony, Kublacony a Front-End Funkce, Footnote Festivaly a Intertwingularity Expo.“ (ibid., s. 3/16) Nelson neváhá nazvat tuto subkulturu sekulárním kultem, který bude mít vlastní společenský žebříček (ibid., s. 3/16–3/17).

Nelson ve své vizi pravděpodobně vychází z vlastní zkušenosti s ranými komunitami amatérských nadšenců kolem počítačů, jako *People's Computer Club* nebo *The Homebrew Computer Club* (Markoff, 2005, s. 260, 282). Rheingold ([1985], § 14) vidí jádro Nelsonových myšlenek právě v komunitě: počítač je komunikační médium, které umožní vznik interaktivních on-line komunit. Rozšíření Internetu skutečně vedlo ke vzniku nespočetného množství virtuálních komunit s vlastní hierarchií, žargonem a systémem privilegií, jejichž členové se v řadě případů scházejí v reálném světě.

Čtvrtá kapitola knihy se věnuje technickému návrhu Xanadu, který byl částečně implementovaný ve verzi xu88 (viz str. 63). Systém je rozdělený na serverovou část (*backend*) a klientskou část (*frontend*), které spolu komunikují pomocí protokolu FEBE. Klient řeší zobrazení a editaci dokumentů s odkazy. Serverová část slouží jako úložiště dokumentů a zajišťuje jejich distribuci napříč ostatními servery pomocí protokolu BEBE. Návrh počítá s tím, že dokument bude mít sice jeden originální zdroj, ale bude moci být uložen na více serverech pro urychlení přístupu a zálohování (Nelson, 1993, s. 4/71).

Každý dokument se skládá ze dvou sekcí: dat a odkazů. Dokument však nemusí být kompletní; vedle bytů, které jsou v něm fyzicky přítomné („nativní“) může odkazovat na byty v jiných dokumentech, včetně odkazů (ibid., s. 4/6–4/11). Jedná se o aplikaci principu transkluze, kdy se data z jiného dokumentu

stanou transparentně součástí jiného dokumentu (viz str. 74). Stejným principem je možné vkládat i části multimediálních dokumentů, které jsou odkazované stejným schématem.

Dokumenty a jejich verze jsou unikátně identifikované pomocí adres nazvaných *tumbler*. Ty se skládají z několika segmentů oddělených nulou, které označují server, uživatele, dokument včetně jeho verze a element v dokumentu – buď konkrétní byte, nebo odkaz. Například:

1 . 4 . 2 . 0 . 3 . 4 . 5 . 0 . 6 . 7 . 0 . 1 . 890

Tato adresa odkazuje na 890. byte dokumentu 6 . 7 (což může být chápáno jako sedmá verze dokumentu číslo šest) uživatele nebo podúčtu 3 . 4 . 5 na serveru 4 . 2. Předposlední číslo v adrese (1) určuje adresaci na byty obsahu; definované je také číslo 2, které adresuje odkaz v dokumentu (ibid., s. 4/29–4/30).<sup>1</sup> Na začátku adresy je prefix 1, který umožňuje cílit na celý adresní prostor (ibid., s. 4/22). Vedle těchto „adresačních tumblerů“, které cílí na konkrétní entitu, existují tzv. „rozdílové tumblery“ (*difference tumblers*). Ty slouží k výběru určitého rozsahu entit (ať už jsou to byty v dokumentu nebo všechny uživatelské účty na konkrétním serveru). Rozdílový tumbler je relativní vůči adresnímu tumbleru: je nutné jej přičíst nebo odečíst od adresy, čímž vznikne rozsah (*span*). Typický příklad využití je u odkazů mezi dokumenty, které ukazují na konkrétní rozsah bytů v textu. Tumbler připomíná hybrid mezi IP adresami a systémem URI, používaným na Webu. Oproti URI má však výhodu skutečné uniformity: adresa reflektuje verze dokumentů a umožňuje cílit v dokumentu až na úroveň bytů.

Pátá kapitola rozebírá obchodní plán Xanadu, včetně podmínek franšízového modelu, návrhů smluv, cen pro koncové uživatele a honorářů pro autory. Vývoj Xanadu měl být do velké míry centralizovaný a provoz systému by podléhal smluvnímu vztahu mezi centrálou, poskytovateli (franšízanty) a uživateli. Ty by mimo jiné poskytly autorům páky proti zneužití jejich autorských práv (například pokud by někdo publikoval jejich text jako svůj) nebo nepoctivým poskytovatelům (kteří např. nevyplatí autorům honorář) (ibid., s. 5/16–5/18). Dokumenty by ve výchozím stavu byly privátní, uživatelé by je však mohli explicitně zveřejnit (publikovat), čímž vznikne nová smlouva s poskytovatelem

<sup>1</sup>Jiný typ dat, např. objekt ve 3D scéně nebo snímek videa, by pravděpodobně mohl používat jiné číslo.

(Nelson, 1993, s. 5/19–5/21). Publikace by s sebou nesla výhody i omezení. Na dokument se mohou odkazovat ostatní uživatelé a autor získává honorář. Zveřejnění je však jednorázově zpoplatněné a publikovaný dokument je obtížné stáhnout z oběhu. To je nicméně záměr, protože ostatní autoři musí upravit dokumenty, které se na publikovaný materiál odkazovaly (ibid., s. 2/42–2/43). Určitým kompromisem jsou tzv. *privashed* dokumenty, které může autor kdykoliv stáhnout, ale nedostává za ně honorář (ibid., s. 2/44). Autoři zveřejněných dokumentů musí akceptovat, že jejich texty mohou být součástí jiných dokumentů, případně že na ně mohou vést odkazy z textů se kterými nesouhlasí (ibid., s. 5/20–5/21). To tvoří i základ pro institut „transcopyrightu,“ popsáno na str. 76.

### 2.1.10 Prokletí Xanadu

V návaznosti na události v Autodesku publikoval Gary Wolf kritický článek *The Curse of Xanadu* v časopise *Wired* (Wolf, 1995). Wolf v článku „popisuje projekt v Autodesku jako tragédii a Nelsona jako technického ignoranta“, který „může za fiasko Xanadu v Autodesku“ (Barnet, 2014, s. 81). Pro Nelsona je tento článek dodnes citlivé téma. Poslal dopis editorům (Nelson, 1995a) a publikoval podrobnou odpověď, kde upozorňuje na faktické chyby v článku (Nelson, [1995]). K tématu se vrátil i po deseti a dvaceti letech (Nelson, 2005b; Nelson, 2015a). Gary Wolf (kterého Nelson častuje přezdívkou „Gory Jackal“) byl podle Nelsona „nájemný vrahoun“ který mu téměř zničil kariéru, Gregoryho označil za technicky neschopného a členy týmu Xanadu prohlásil za duševně choré. Za skutečné viníky Nelson považuje zakladatele časopisu *Wired* (Louis Rossetto a Jane Metcalfe) se šéfredaktorem Kevinem Kellym:

„Tříčlenná banda z časopisu *Wired* – z pozice hlavních celebrantů a přísluhovačů *World Wide Webu* – měla osobní zájem umlčet odpor. Tím, že nás veřejně upálili, utvrdili předsudky svých čtenářů a ujistili je, že dominantní paradigma počítačů není ohrožené a nebude nutné se učit nic nového.“ (Nelson, 2005b)

Ačkoli se Wolfův článek snaží vyvolat dojem, že projekt Xanadu byl v devadesátých letech mrtvý a nikdy z něj nevzejde funkční produkt, Nelson se rozvoji Xanadu věnuje do současnosti. Během posledních dvaceti let představil řadu specifikací a implementací.

### 2.1.11 Pozdější vývoj a Web

Po ukončení spolupráce s Autodeskem zůstala Nelsonovi práva na značku Xanadu a návrh systému doznal určitých zjednodušení. V roce 1993 uvedl návrh publikačního systému *Xanadu Light*, který se zaměřuje zejména na model autorských práv a provizí za odkazy (Engst et al., 1993; Pam, 2002, § 4). Andrew Pam, který vývoj projektu Xanadu sledoval od svých šestnácti let (Pam, 2015), ve stejném roce založil *Xanadu Australia* a ve spolupráci s Nelsonem vytvořil několik pozdějších prototypů ke specifikacím, které Nelson publikoval ve druhé polovině devadesátých let – mj. *ZigZag* (viz str. 65) a *Transquoter* (viz str. 67).

Nelson v roce 2005 zveřejnil koncept *Transliteration*, který přenáší některé vlastnosti Xanadu na Web. Počínaje tímto návrhem je Web použitý jako médium pro distribuci obsahu. Oproti předchozímu návrhu popsanému v *Literary Machines* mohou odkazy fungovat jako samostatné entity, na které se dokument odkazuje. Nejprve se výsledný dokument sestaví ze seznamu zdrojů (EDL, viz dále) a vznikne tzv. *concatext*. Ten je následně „překrytý“ odkazy (*content links*, později *floating links*, dále „plovoucí odkazy“), které mohou propojovat různé segmenty více textů (Nelson, 2012; Nelson, 2005c). Stejný návrh využívá Pamův *Transquoter* (viz str. 67) a všechny pozdější návrhy; liší se pouze názvosloví funkcí a syntax souborů.

Nelson v rámci projektu *Transliteration* popisuje i způsob, jak by mohla fungovat editace takových dokumentů. Protože „transliterární dokument“ obsahuje pouze reference na zdrojové dokumenty, výsledný text je možné měnit pouhou změnou odkazů na zdroje. Nový text je přidávaný do samostatného zdrojového dokumentu. Nelson přirovnává tento způsob práce s textem nelineárnímu stříhu filmu, kde se používá tzv. *Edit Decision List* (EDL): seznam referencí do zdrojových souborů videa se seznamem úprav (např. efekty, přechody), které zachovávají původní záběry nezměněné (Nelson, 1999f, s. 11; Nelson, 2005c). Obdobně text, po sestavení ze seznamu referencí EDL, může být „překrytý“ plovoucími odkazy, které mohou plnit funkci „efektů.“ Například v citaci jiného textu může být zapotřebí změnit velikost písmen, což je efekt, který nevyžaduje změnu zdrojového materiálu. Stejně tak mohou plovoucí odkazy doplňovat formátování textu nebo strukturu dokumentu (Nelson, 1993, s. 4/53–4/55; Nelson, 2005c; Nelson; Smith, 2007). Ačkoli všechny prototypy tohoto konceptu pracují pouze s textem, teoreticky by bylo možné podporovat i multimédia: transliterární dokumenty jsou v tomto směru neutrální. Zároveň tento návrh umožňuje

snadno vytvářet alternativní verze dokumentů při zachování integrity zdrojových materiálů (a potenciálně i honoráře původních autorů). Pokud chce čtenář vytvořit vlastní verzi dokumentu, která se liší v několika slovech, může nadále citovat většinu originálního materiálu společně s přidávanými kousky textu v samostatném dokumentu (Nelson, 1993, s. 2/45–2/46).

## 2.2 Prototypy a implementace Xanadu

Projekt Xanadu byl označen za „nejdéle běžící *vaporware*<sup>1</sup> v dějinách počítačů“ (Wolf, 1995) který existuje „déle, než je většina z nás naživu“ (Engst et al., 1993). Ačkoli Nelsonova velkolepá vize zůstala nenaplněná, v průběhu existence projektu vznikla řada funkčních prototypů. „Jako přízrak budoucnosti, vše, co máme z Xanadu je jeho simulákrum, jeho ideály, jeho nápady – a pár vábivých střípků kódu“ (Barnet, 2014, s. 68). Následující část chronologicky popisuje, které z funkcí Xanadu byly doposud implementované v existujících aplikacích a prototypech, na jejichž vzniku se Nelson podílel.

### 2.2.1 Juggler of Text

Nelson sepsal v roce 1972 návrh textového editoru *Juggler of Text* (JOT), který popisuje jako „[interaktivní] textový editor určený pro obyčejné lidi, kteří nevědí nebo nechtějí nic vědět o počítačích, ale potřebují pracovat s textem“ (Nelson, 1972, s. 1). JOT je zaměřený na úpravu dokumentů, umožňuje snadno vkládat, kopírovat a přesouvat kusy textu a automaticky detekuje věty a odstavce pro snadnou manipulaci. Od roku 1972 existovaly čtyři implementace editoru, z nichž se dochovala pouze poslední z roku 1986, naprogramovaná Stevem Withamem v jazyce Forth pro počítač Apple II (Witham, 2017).

Withamovu verzi je nyní možné vyzkoušet ve webovém prohlížeči na stránkách Internet Archive (Nelson; Witham, 2014). Jak zdůrazňuje Witham (2017), JOT byl navržený v době, kdy neexistovaly „žádné textové procesory, osobní počítače, klávesnice s malými písmeny, vizuálními displeji, ani polohovací zařízení (kromě velice drahých počítačů)“. JOT funguje na textovém terminálu a podle Nelsona „obsahuje 60 % funkcí kompletního systému Xanadu bez grafiky, funkcí pro práci se složenými daty a jiné techniky“ (Nelson, 1972, s. 1).

---

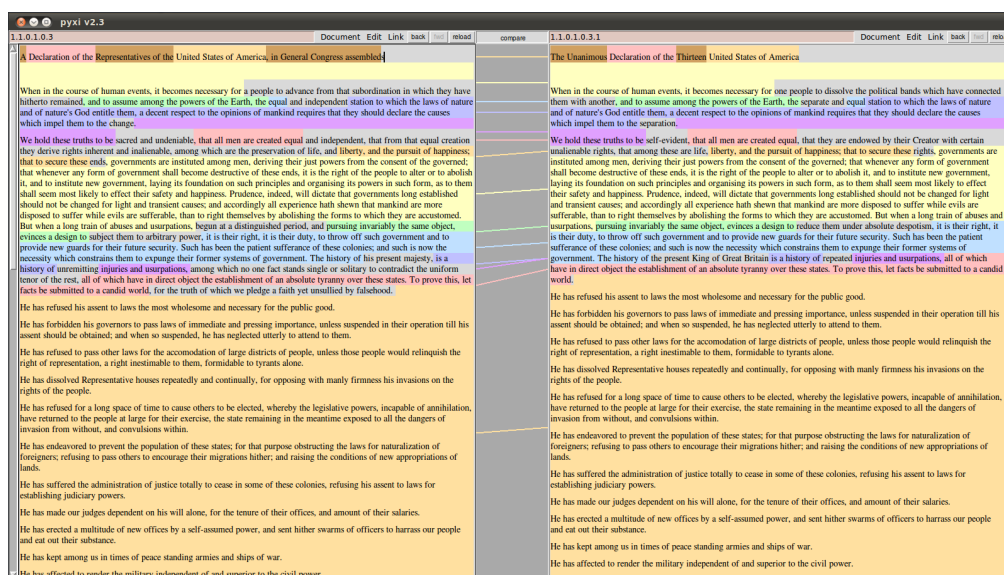
<sup>1</sup>Ze slova *vapor* – pára; počítačový produkt, který je sice oznámen, ale není nikdy uveden na trh, ani zrušen (Wikipedia, 2017e).

Ačkoli editor řeší manipulaci s textem, není zde naznačená ani práce s historií, ani žádné hypertextové funkce. Nelson proto nejspíše podcenil náročnost implementace plně funkčního systému, podobně jako v případě svého prvního projektu na Harvardu (viz str. 44).

### 2.2.2 Udanax Green (xu88) a Pyxi

Roger Gregory začal s implementací Xanadu podle „obecné teorie enfilád“ v roce 1979 (viz str. 51). Tuto verzi popisuje Nelson v *Literary Machines* (1993) jako XU.87.1 a později xu88 (Nelson, 1999f); zdrojový kód byl publikovaný v roce 1999 pod názvem *Udanax Green* (Udanax.com, 1998b).

V souladu s návrhem je implementace rozdělena na *backend* a *frontend*, které spolu komunikují pomocí protokolu FEBE (viz str. 58). Gregory naprogramoval backend a původní frontend pro platformu NeXT v jazyce C. Ka-Ping Yee v roce 1999 napsal nový frontend v jazyce Python, který je použitelný na současných systémech (viz obr. 2.1) a je zahrnutý v balíčku se zdrojovým kódem (ibid.).



Obrázek 2.1: Porovnání dvou verzí Deklarace nezávislosti USA ve frontendu Pyxi nad backendem Udanax Green.

Udanax Green umožňuje vytvářet a editovat dokumenty, případně mezi sebou porovnávat různé verze dokumentů. Program funguje pouze na lokálním

systemu, není zahrnutá podpora ani pro distribuci mezi servery (BEBE), ani práce s multimediálním obsahem. Navzdory tomu se jedná o jednu z nejkompletnějších implementací Xanadu a Nelson jí považuje za „referenční verzi“ (Nelson, 1999f, s. 9).

### 2.2.3 Udanax Gold (xu92.1)

Mark Miller začal s reimplementací Xanadu v roce 1988. Verze je označovaná kódem xu92 a byla zveřejněná jako *Udanax Gold*. Millerův návrh je postavený na struktuře Ent (viz str. 51) a implementovaný v jazyce Smalltalk (Udanax.com, 1998a).

Autoři zvolili implementaci na platformě *ParcPlace*, která však měla vysoké licenční poplatky. Proto byla použita pouze podmnožina jazyka Smalltalk (přezdívaná XTalk), kterou bylo možné automaticky přeložit do C++ (resp. jeho podmnožiny nazvané X++). Vývojáři tak zkombinovali výhody příjemného vývojářského prostředí jazyka Smalltalk s portabilitou a výkonem jazyka C++ (ibid.).

Kód této verze není snadno spustitelný. Vývojářský tým Xanadu provedl v *ParcPlace* úpravy a tato platforma se již nevyvíjí. Řešením by mohl být převod kódu pro jinou, lépe podporovanou platformu. David Jones se v projektu *Abora* pokusil o automatický překlad do jazyka Java (Jones, 2005). V žádné ze zveřejněných podob však *Udanax Gold* není v současnosti funkční.

### 2.2.4 OSMIC

Nelson se v roce 1994 přesunul do Japonska, kde začal učit na univerzitě Keio (Pam, 2002, § 4). Mezi lety 1996 a 1999 se věnoval návrhu *Open Standard for Media InterConnection* (OSMIC). OSMIC formuluje myšlenky větvičího se verzování dokumentů a transkluzi ve formě otevřeného standardu, který mohou implementovat různí klienti. Nelson popisuje výhody OSMIC z hlediska funkce „zpět“ v textových editorech: Většina editorů používá lineární funkci zpět, tzn. pokud se uživatel vrátí zpět v historii a začne psát něco nového, jeho předchozí kroky jsou nenávratně ztraceny. OSMIC namísto toho vytvoří alternativní verzi dokumentu, což je užitečné i pro editaci dokumentu více uživateli (namísto konfliktů vzniknou dvě verze) a transkluzi obsahu z jedné verze dokumentu do druhé (Nelson, 1999b).



Pro OSMIC existuje prototyp serveru implementovaný v jazyce Perl a klient ve formě rozšíření pro textový editor Emacs. Obě implementoval Ken'ichi Unnai (Nelson, 1999a). Klientská aplikace posílá na server instrukce o změně textu. Uživatel může text „rozstříhnout“ na jednotlivé segmenty, což mu umožní je přesouvat a transkludovat (Nelson, 1999d). Princip „stříhu textu“ se pravděpodobně rozvinul do konceptu EDL dokumentů v pozdějším projektu Transliteration (viz str. 61), pro který měl být OSMIC adaptovaný jako systém pro správu „mikroverzování“ obsahu (Nelson, 2005c, Microversion Management).

### 2.2.5 ZigZag

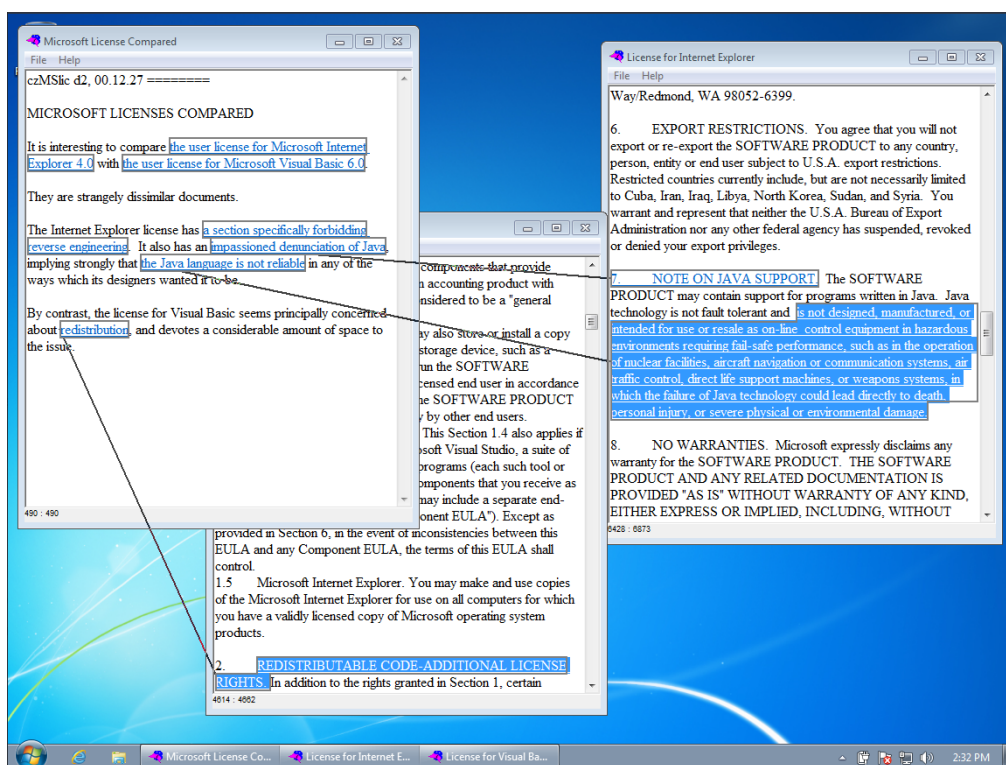
ZigZag není implementací Xanadu, ale je to obecný systém pro správu a vizualizaci datových struktur. ZigZag zobecňuje Nelsonův původní koncept zipových seznamů (Nelson, 2006, § 2.1; pro popis konceptu viz str. 44) a měl být použitý v pozdějších verzích Xanadu (Nelson, 1999f, s. 27). Podle článku *A Cosmology for a Different Computer Universe* (Nelson, 2006) lze ZigZag pochopit jako formu  $n$ -rozměrného tabulkového procesoru. Struktury ZigZag, nazývané *zzstructure* se skládají z buněk (*zzcells*), odkazů (*zzlinks*) a dimenzí (*zzdims*). V tradiční tabulce jsou buňky organizované do dvou dimenzí; buňka má nejvýše jednoho předchůdce či následovníka v každé dimenzi. ZigZag aplikuje stejná pravidla na neomezený počet dimenzí: buňka je skrze *zzlink* propojená nejvýše se dvěma dalšími buňkami v jedné dimenzi, ale počet dimenzí – a tím pádem i počet propojení – je neomezený. Buňky také nemusí na sebe navazovat, mohou tvořit samostatné seznamy. Dimenze tak mohou sloužit jako kategorie nesoucí určitý význam, například dimenze *d.clone* slouží k vytváření „klonových buněk“ pro jejich opakované využití v jedné dimenzi (ibid., § 4).

Strukturu lze chápat jako specifický typ spojových seznamů nebo omezený graf. Výhodou omezení je možnost snadné manipulace a vizualizace. Uživatel si zvolí dimenze, které chce vidět ve 2D nebo 3D zobrazení. Nelson jako příklad využití systému ZigZag uvádí genealogickou databázi (ibid., § 8.2) a na stránkách projektu je ke zhlédnutí video s ukázkou použití ZigZag k organizaci bioinformatického výzkumu (Nelson, 2001c). Nelson (2006, § 9) také popisuje virtuální stroj postavený na ZigZag (*zzvim*). Buňky mohou obsahovat spustitelný kód a mohou tvořit uživatelské rozhraní. Teoreticky by tak bylo možné vytvořit kompletní ekosystém, kde jsou data i aplikace

reprezentované stejnými prostředky, které uživateli nekladou žádná omezení v jejich propojování.

Systém ZigZag se dočkal řady implementací (Nelson, 2006, Table 1). Andrew Pam implementoval první funkční verzi v jazyce Perl. Mezi roky 1999 a 2002 vznikal na finské univerzitě v Jyväskylä projekt GZigZag v jazyce Java. Nelson projekt na začátku podporoval, později však svou podporu stáhl. Nejprve se projekt musel přejmenovat na Gzz, aby neporušoval Nelsonovu ochrannou známku, a nakonec autoři museli práci zcela ukončit kvůli konfliktu s Nelsonovým patentem na zzstructure (Lukka, 2004; Lukka, 2003). Projekt ve své poslední iteraci získal jméno Fenfire<sup>1</sup> a místo zzstructure používá systém RDF.

### 2.2.6 CosmicBook



Obrázek 2.2: Ukázka programu CosmicBook se třemi otevřenými dokumenty a viditelnými odkazy v podobě čar mezi okny.

<sup>1</sup><http://fenfire.org/>

CosmicBook z roku 2001 implementuje Nelsonův koncept *Trainspointing Windows* (viz str. 53). Aplikace vizualizuje odkazy mezi okny operačního systému (viz obr. 2.2). Jak podotýká Nelson (2015b) v příspěvku na konferenci *The Future of Text 2015*, programátor Ian Heath musel obejít limitace operačního systému Windows a vytvořit průhlednou plochu přes celou obrazovku, na kterou jsou kreslená jednotlivá spojení. Aplikace slouží pouze k prohlížení dokumentů (nazvaných *Flights*), není možné ani upravovat stávající dokumenty, ani vytvářet nové (Nelson, 2001a).

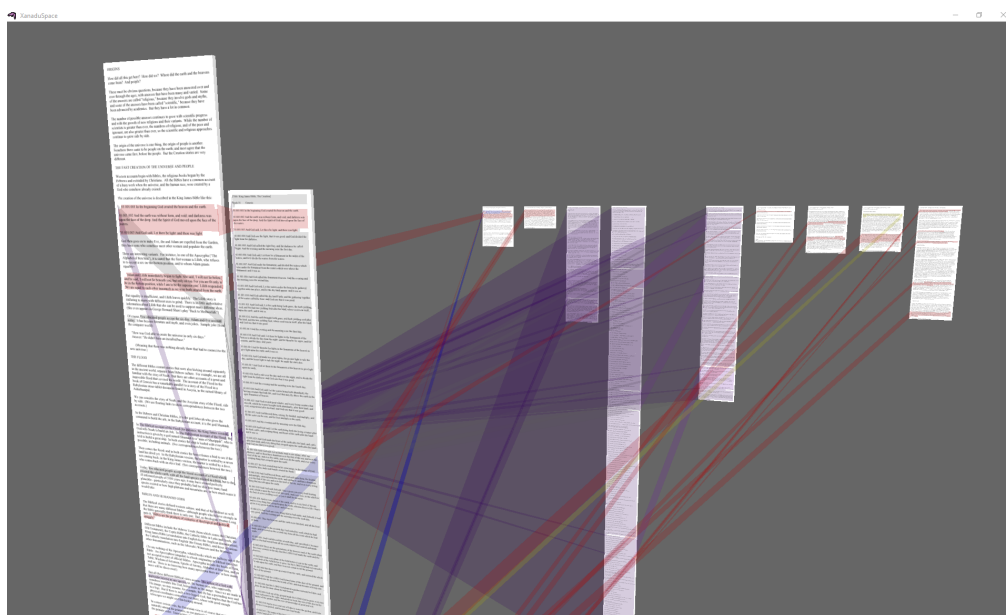
### 2.2.7 TransQuoter

V rámci projektu Transliteration v letech 2004 až 2005 (viz str. 61) implementoval Andrew Pam program *The TransQuoter* (Nelson, 2005d). Nelson kladl důraz na vytvoření minimálního, jednoduchého prototypu pro demonstraci konceptu Transliteration (Nelson, 2005a). Jedná se o skript v jazyce Python, který zpracovává EDL dokument se seznamem referencí na zdrojové dokumenty. Reference jsou URL na textové a HTML dokumenty, které obsahují informace o rozsahu bytů, které se mají ze zdrojového dokumentu použít. Program tyto reference stáhne, vyextrahuje z nich daný rozsah bytů a vygeneruje HTML dokument s odkazy na originální zdroje. Pozdější implementace fungují na podobném principu s rozdílnou syntaxí pro EDL dokumenty.

### 2.2.8 Xanadu Space

Zatím nejpokročilejší realizací paralelního zobrazení dokumentů je projekt *Xanadu Space* z roku 2007, který naprogramoval Robert Adamson Smith (Nelson; Smith, 2007). *Xanadu Space* vizualizuje dokumenty ve 3D (viz obr. 2.3). Uživatel v prostoru vidí všechny provázané dokumenty a jejich vzájemné vazby. Jak uživatel pročítá primární text, může si přivolat odkazovaný dokument, jehož příslušná pasáž se zobrazí vedle odkazu. Nelson se na prototypu také snaží demonstrovat, že dokumenty nemusí mít tradiční „obdélníkový“ tvar, ale je možné je zobrazit v nejrůznějších formách, například jako smyčku (ibid.). Není jasné, čím je takové zobrazení užitečné, ale Nelson tím chce zřejmě demonstrovat především neomezené možnosti systémů, které se nesnaží simulovat papír.

Systém, podobně jako většina ostatních prototypů, dokumenty neumožňuje upravovat. Podobně jako v aplikaci *TransQuoter* je zde použitý EDL dokument



Obrázek 2.3: Ukázka demonstračního dokumentu Xanadu Space; v popředí je primární dokument s vedlejším dokumentem a viditelnými vazbami k ostatním odkazovaným dokumentům.

pro sestavení primárního dokumentu z kousků zdrojových dokumentů. Prototyp navíc překrývá dokument „plovoucími odkazy“ (viz str. 61).

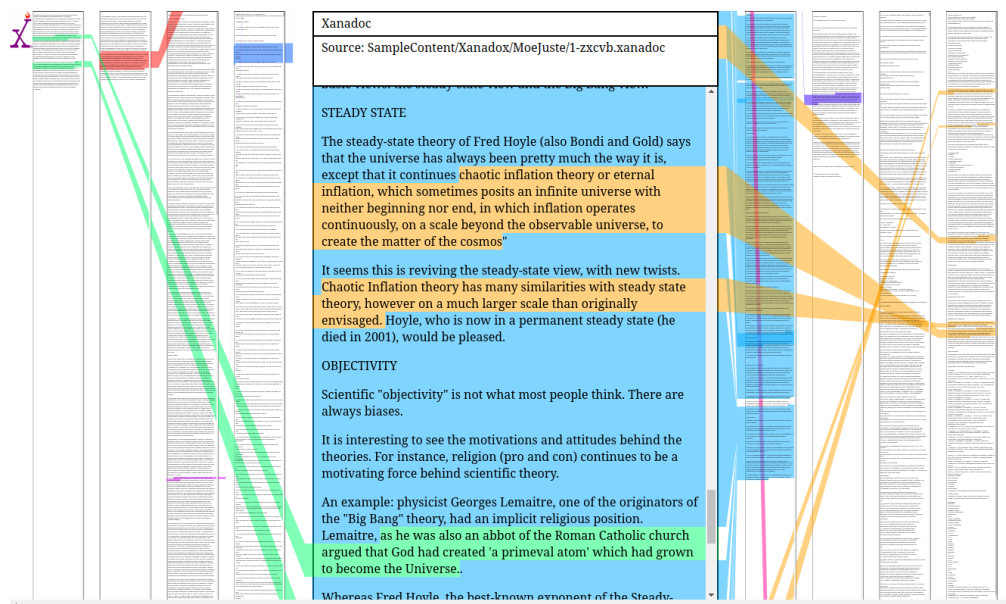
Nelson tento prototyp prezentuje v samostatném videu (Bullard, 2008) a také v dokumentárním filmu *Lo and Behold* (2016). Na konferenci *The Future of Text 2015* řekl o tomto prototypu, že se „bohužel stal příliš komplikovaný a programátor další vývoj vzdal“ (Nelson, 2015b). Aplikaci pro Windows je možné získat z archivu původní domény Xanarama.net.<sup>1</sup>

### 2.2.9 Xanadoc, OpenXanadu a XanaViewer

Nelson formalizoval původní návrh EDL dokumentů do formátu *Xanadoc* (Nelson, 2012). Vedle seznamu referencí na zdrojové dokumenty (EDL) obsahuje Xanadoc i tzv. *Overlay Decision List* (ODL). ODL je seznam adres na plovoucí odkazy, nyní nazývané *xanalinks*, které se nachází v samostatných souborech. Jejich funkce však zůstává stejná (viz str. 61). Nelson představil dvě aplikace, které zpracovávají formát Xanadoc a obě fungují ve webovém prohlížeči.

<sup>1</sup><https://web.archive.org/web/20121023041804/http://xanarama.net/>

Starší implementaci tohoto návrhu prezentuje prototyp *OpenXanadu* Nicholase Levina z roku 2014.<sup>1</sup> Funkčně je velice podobný Xanadu Space, ale dokumenty jsou organizované na dvourozměrné ploše (viz obr. 2.4).

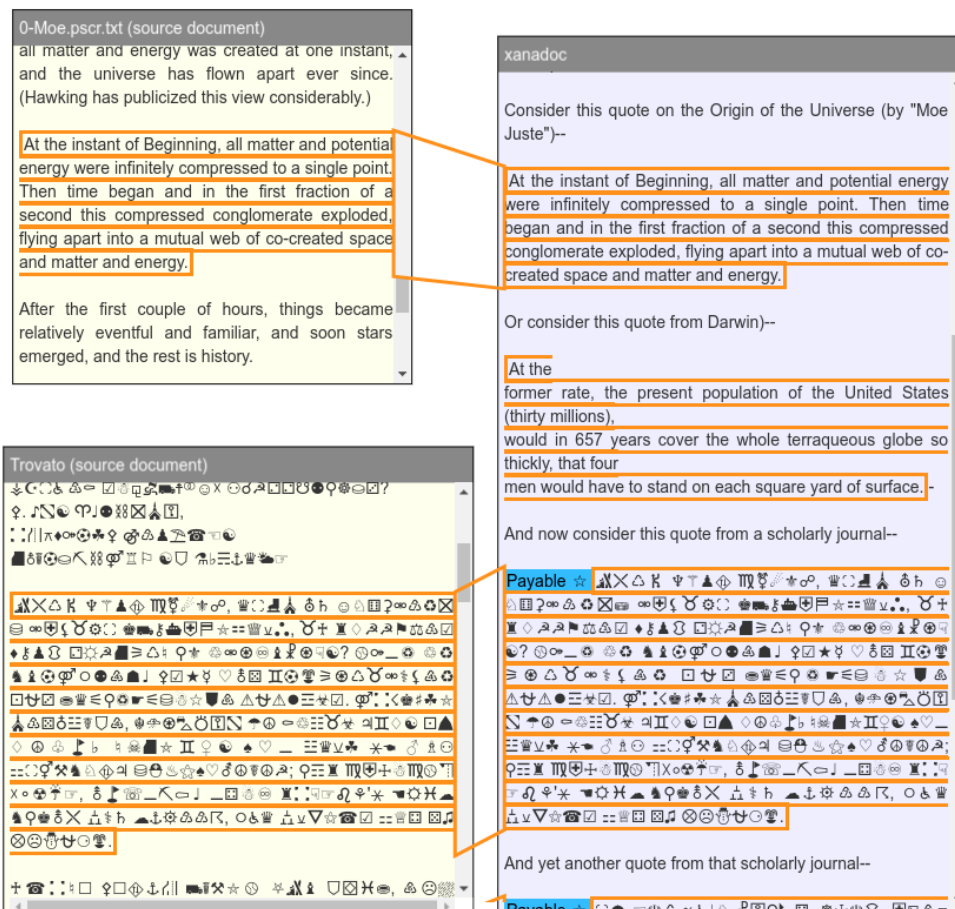


Obrázek 2.4: Ukázka OpenXanadu s demonstračním dokumentem; hlavní text je uprostřed s viditelnými vazbami do odkazovaných dokumentů.

Poslední verze Xanadu uvedená v roce 2016 pod názvem *XanaViewer* taktéž funguje v prohlížeči. Sekundární dokumenty jsou zobrazené v plovoucích oknech a prototyp demonstruje míšení zpoplatněného a volně dostupného obsahu (viz obr. 2.5) (Nelson, 2016a). Aplikace už není uzavřený prototyp s demonstračními daty, ale obecný systém pro zobrazování dokumentů ve formátu Xanadoc, kam uživatel vloží svůj vlastní dokument a systém jej zobrazí. Pro formát Xanadoc však ještě neexistuje editor. Nelson konstatuje že „s trochou odhodlání můžete vytvořit Xanadoc sami a poslat jej ostatním“ (Nelson, 2016b). Vzhledem k množství různých souborů nezbytných pro Xanadoc je manuální vytváření souboru obtížné.

<sup>1</sup>Dostupný na <http://xanadu.com/xanademos/MoeJusteOrigins.html>

## 2. XANADU: VIZE A SKUTEČNOST



Obrázek 2.5: Ukázka XanaViewer3 s demonstračním dokumentem. Transkludovaný obsah (zvýrazněný oranžově) je možné zobrazit v původním kontextu v plovoucím okně. Placený transkludovaný obsah (maskovaný symboly) si uživatel může koupit.

## 2.3 Vlastnosti a cíle Xanadu

Nelson s konceptem hypertextu sledoval konkrétní cíl. Jak popisuje v rozhovoru s Jimem Whiteheadem, psaní na papír je proces linearizace či „zploštění“ myšlenek:

„Vždy mi na tom přišlo něco špatného, protože se pokoušíte vzít všechny ty myšlenky, které měly nějakou strukturu, řekněme, zcela vlastní prostorovou strukturu, a přesunete je do lineární formy. Čtenář nebo čtenářka pak musí vzít tuto lineární strukturu a přeskádat jí do vlastní představy o celém textu, opět uložené v one nesequenční struktuře.“

(Rozhovor s Nelsonem podle Whitehead, 1996)

Hypertext má ušetřit čas autora i čtenáře, protože nedochází k této „serializaci“ myšlenek. Xanadu je potom aplikací hypertextu na „systém literatury.“ Jak si Nelson všimá v *Literary Machines*, v literatuře fungují funkční mechanismy citací, bibliografie a vazeb mezi dokumenty (Nelson, 1993, s. 2/11). Xanadu umožňuje tyto mechanismy skrze médium hypertextu materializovat, například zajistit okamžitý přístup k citovaným dokumentům, ukázat citace v původním kontextu, zpřístupnit nové verze textů a zajistit příjmy autorům. Data v počítači nejsou fyzicky limitovaná jako papír, proto je možné zachovat všechny revize a všechny verze vznikajících textů – a zároveň porovnávat, jak se dokumenty vyvíjely a jak spolu souvisí.

Andrew Pam sepsal seznam cílů Xanadu, které se různé verze Xanadu snažily naplnit (Pam, 2002, § 2):

- a) Každý Xanadu server je unikátně a bezpečně identifikovaný.
- b) Každý Xanadu server může fungovat samostatně nebo na síti.
- c) Každý uživatel je unikátně a bezpečně identifikovaný.
- d) Každý uživatel může hledat, získávat, vytvářet a ukládat dokumenty.
- e) Každý dokument se může skládat z různých částí libovolných typů dat.
- f) Každý dokument může obsahovat odkazy libovolného typu, včetně virtuálních kopií („transkluze“) libovolného jiného dokumentu v systému, ke kterému má vlastník dokumentu přístup.

- g) Odkazy jsou viditelné a mohou být následovány ze všech konců.
- h) Akt publikace dokumentu dává ostatním explicitní právo dokument odkazovat.
- i) Každý dokument může zahrnovat mechanismus provizí na libovolné úrovni granularity pro výběr poplatku za přístup k jakékoliv části dokumentu, včetně virtuálních kopií („transkluze“) celého dokumentu nebo jeho části.
- j) Každý dokument je unikátně a bezpečně identifikován.
- k) Každý dokument je chráněn před neoprávněným přístupem.
- l) Každý dokument může být rychle vyhledán, uložen a získán, aniž by uživatel věděl, kde je dokument fyzicky uložený.
- m) Každý dokument je automaticky přesunutý na fyzické úložiště odpovídající frekvenci přístupu z libovolného místa.
- n) Každý dokument je automaticky uložen v redundantních kopiích pro zajištění dostupnosti v případě katastrofy.
- o) Každý poskytovatel Xanadu může svým uživatelům účtovat poplatky v libovolné výši za uložení, získávání a publikaci dokumentů.
- p) Každá transakce je bezpečná a dostupná pouze účastníkům dané transakce.
- q) Protokol Xanadu pro komunikaci mezi serverem a klientem je otevřeně publikovaný standard. Vývoj aplikací třetích stran a integrace jsou vítány.

K tomu Pam dodává, že Web splňuje požadavky a–e, k, l, q (Pam, 2002, § 3a). V následující části kapitoly jsou popsány vlastnosti Xanadu týkající se perzistence a dostupnosti dokumentů (body a–d, j, l, m, n), odkazování (bod g) i transkluze obsahu (body e, f) a specifického řešení autorských práv a provizí pro autory (body h, i, o). Popis vlastností vychází primárně z knihy *Literary Machines* (Nelson, 1993) a pozdějších Nelsonových publikací. Většina z vyjmenovaných cílů byla pouze specifikována jako návrh, v existujících prototypch nebyla implementována.



### 2.3.1 Perzistence a dostupnost obsahu

Nelson si Xanadu představoval jako distribuovaný systém, který by mohl fungovat od jednoho uživatele na lokálním počítači, přes kancelář na lokální síti, po celosvětovou síť dokumentů – *docuverse* (ibid., s. 2/53). Každý dokument v síti je unikátně identifikovaný. Adresní schéma sice určuje server poskytovatele hostujícího daný dokument (viz tumbler na str. 59), ale nejedná se o jedinou kopii dokumentu. V síti může existovat neomezené množství kopií dokumentu na ostatních serverech pro urychlení přístupu a zálohování. Tímto konceptem se inspiroval mj. systém Hyper-G (viz str. 37).

Dokument v Xanadu může být libovolný datový soubor – text či multimédia. Vzhledem k neutralitě obsahu a transparentci fyzického umístění dokumentů se tak datové úložiště Xanadu podobá spíše distribuovanému souborovému systému, než Webu, kde je lokalizace dokumentů pevně spojená s jejich identitou (Pam, 1995, s. 29). Zatímco server se stará o distribuci dokumentů po síti, autorizaci uživatelů a poskytování dat klientským aplikacím (včetně evidence honorářů a dalších poplatků), klientské aplikace poskytují různé způsoby vizualizace a práce s hypertextem, případně s různými souborovými formáty (obdobně jako systémy Intermedia a Hyper-G, které se skládají z různých specializovaných aplikací; viz str. 33 a 37).

Nelson nevyklučuje, že by mohly existovat externí systémy kompatibilní s protokolem Xanadu, ale bez garance výhod oficiálního úložiště Xanadu (Nelson, 1993, s. 2/50–2/51). Zároveň připouští, že pro účely vyhledávání by bylo zapotřebí Xanadu rozšířit o tzv. *middle-end* funkce<sup>1</sup> (ibid., s. 4/72). Zde by pak teoreticky byl prostor pro vznik specializovaných úložišť. Roger Gregory se domnívá, že tento přístup je i chybou v návrhu Xanadu: „Domnívali jsme se, že bude jen jeden způsob jak ukládat data [...] a mnoho různých způsobů, jak se na ně dívat, spousty různých rozhraní. Ukázalo se, že je to ve skutečnosti naopak: je jen jeden způsob jak se dívat na data, skrze prohlížeč, a nepřeberné množství nekompatibilních způsobů jak ukládat data – databáze, [...] tiskové formáty, Microsoft Word, který neumí přečíst soubory [z jiné verze] Wordu...“ (Gregory, 2010). Nelson však nic takového ve své vizi nepředpokládal. Z jeho hlediska se jedná o selhání vývoje počítačových systémů, které uvěznily uživatele v uzavřených souborových formátech svázaných s paradigmaty hierarchie a simulace papíru (Nelson, 2005b).

<sup>1</sup>Software který by byl „mezi“ klientskou aplikací a serverem, případně by se mohlo jednat o serverový software, který by k systému přistupoval jako klient.

Dokumenty v Xanadu by měly být imutabilní, tj. dokument identifikovaný konkrétní adresou se nezmění. Revize a alternativní verze dokumentu získají novou, unikátní adresu. Nová verze dokumentu však ukládá pouze změny oproti předchozí verzi dokumentu (Nelson, 1993, s. 2/13–2/15). Celý větvící se strom alternativních verzí je možné procházet, verze mezi sebou porovnávat nebo se mezi nimi odkazovat (ibid., s. 3/3). Tato vlastnost byla jedním z Nelsonových původních cílů (viz Proustovská editace textu, str. 48) a byla částečně realizovaná v projektu OSMIC (viz str. 64).

Permanentní dostupnost dokumentů je sice technicky řešená distribuovaným úložištěm, záruku by však měly zajistit smluvní vztahy mezi poskytovateli Xanadu (tj. provozovateli serverů) a uživateli. Jak je popsáno na str. 59, uživatelé musí dokument explicitně zveřejnit a nemohou jej snadno stáhnout.

### 2.3.2 Transkluze obsahu

Fundamentální vlastností Xanadu je, že každá informace by měla v systému existovat právě jednou. Existující informace, kus jiného textu nebo multimediálního objektu, může být vložena do jiného dokumentu, aniž by vložena data byla zkopírována. Ve starších textech a v knize *Literary Machines* Nelson označuje tuto vlastnost jako inkluzi a popisuje jí jako „okno do jiného dokumentu“ (ibid., s. 2/32). Jak vysvětluje v předmluvě k poslední edici téže knihy, později začal používat termín „transkluze“ který mnohem lépe vystihuje podstatu tohoto konceptu (ibid., Preface to the 1993 Edition). Rozdíl je patrně ten, že zatímco termín „inkluze“ evokuje vložení či zahrnutí jednoho dokumentu do jiného, předloškou „trans-“ se Nelson snaží upozornit na využití textu *napříč* různými dokumenty. Příkladem transkluze jsou pro Nelsona „asociativní cesty“ v Mexu (viz str. 23), kde fyzicky totožný snímek mikrofilmu může být použitý v různých cestách (Nelson; Smith, 2007).

Ve starším návrhu xu88 se dokument skládá jak z originálních dat („nativní byty“), tak z virtuálních dat, které se načtou z jiných dokumentů (viz str. 58). Pozdější návrh *Transliteration* pak explicitně rozděluje zdrojový obsah od dokumentů s transkludovaným obsahem (viz str. 61). Tzv. *Xanadoc* obsahuje pouze seznam referencí na zdrojové dokumenty (EDL), ze kterých se sestaví finální text.

Nepřímá práce s obsahem skrze transkluzi má několik výhod. Je možné snadno citovat či upravovat cizí dokumenty při zachování jejich původní

verze a s implicitní vazbou na původní kontext. Je možné kombinovat různé typy souborů, například text a multimédia.<sup>1</sup> Transkluze je také základním předpokladem pro transcopyright který, jak je popsáno dále, rozděluje autorské honoráře mezi autory všech zdrojových dokumentů, ze kterých byl výsledný dokument sestaven.

### 2.3.3 Plovoucí odkazy a vizualizace vazeb

Základní funkce hypertextových odkazů v Xanadu je podobná, jako u jednoduchých jednosměrných odkazů na Webu: odkazy umožňují uživateli „skočit“ do jiného dokumentu (Nelson, 1993, s. 2/26). V Xanadu však odkazy mohou ukazovat na konkrétní rozsahy bytů v textu, což umožňuje mnohem preciznější odkazování a širší využití odkazů. Je tak možné odkázat na konkrétní myšlenku či parafrázovaný text v cílovém dokumentu. Odkazy mohou být různých typů a podle toho jinak vypadají. Může se například jednat o poznámku pod čarou nebo komentář k dokumentu. Odkazy také plní funkci formátování a strukturování textu („efekty“ – viz str. 61).

Původ této koncepce odkazů pravděpodobně pramení z technického popisu Xanadu z roku 1971, kde Nelson zdůrazňuje oddělení čistých dat od formátování do tzv. řídicích proudů (viz str. 49). V návrhu Xanadu xu88 jsou odkazy uloženy v separátní sekci dokumentu vedle samotného obsahu (ibid., s. 4/6). V pozdějších implementacích Xanadu jsou odkazy uloženy v samostatných souborech (*xanalinks*), adresovaných ze souboru Xanadoc v seznamu referencí ODL (viz str. 68). Od nejstaršího návrhu je však patrné, že odkazy slouží především jako transformační vrstva, která „překryje“ text po sestavení transkluzí (Nelson, 2012).

Nepřímost odkazů a jejich samostatnost nabízí podobné výhody, jako transkluze. Existující dokumenty je možné doplnit o odkazy na poznámky nebo korekce, případně vytvořit nové, alternativní vazby. Odkazy jsou obousměrné, takže je možné zjistit, které dokumenty se na ně odkazují, případně jaké komentáře zanechali ostatní čtenáři. Tuto flexibilitu práce s odkazy umožňovaly i jiné systémy, jako Intermedia (viz str. 33). Xanadu však má ambice tuto funkcionalitu poskytnout globálně. Transkluze a obousměrné precizní odkazování

---

<sup>1</sup>Na současném Webu mohou být v HTML dokumentech zobrazené obrázky či videa které jsou však v samostatných souborech, to je opět princip transkluze (srovnání transkluze na Webu je popsáno na str. 87).

pak především umožňují vizualizaci vazeb mezi dokumenty (*Parallel Textface*) popsanou na str. 53.

### 2.3.4 Systém provizí, transcopyright

Pro Nelsona je důležitá dlouhodobá udržitelnost celého systému. Již rané návrhy Xanadu počítaly s tím, že uživatelé budou platit poskytovateli za používání systému a autorům za přístup k jejich pracím (Nelson, 1991). Později Nelson upozorňuje na prohlubující se polarizaci kolem duševního vlastnictví, způsobenou rozvojem digitálními médii. Na jedné straně jsou odpůrci copyrightu, kteří by si přáli, aby všechny informace byly zadarmo. Na straně druhé jsou obhájci copyrightu, kteří by „nejraději vše uzamkli“ a neustále řeší, jak zabránit porušování autorských práv (Nelson, 1999f). Namísto otázky „Jak zabránit porušování copyrightu?“ Nelson pokládá otázku: „Jak umožnit použití obsahu v jiných kontextech?“ (Nelson, 1995b). Jeho řešením je *transcopyright*. Koncept, který má podpořit opětovné použití chráněných děl a zároveň zajistit, aby autoři dostali zasloužený honorář.

Transcopyright je úzce spojený se systémem transkluze. Pokud si čtenář koupí přístup k určitému dokumentu, částka se rozdělí poměrně mezi všechny autory, jejichž materiály byly použity. Čtenář platí konstantní částku za každý přenesený byte autorům zdrojových dokumentů. Jak demonstruje prototyp XanaViewer na str. 69, čtenář se může explicitně rozhodnout, zda si konkrétní transkludovaný obsah koupí.

Autoři jsou tak motivováni poskytovat svá díla k použití v dalších dokumentech. Pro čtenáře je nákup dokumentů komfortní a levný – Nelson předpokládá, že by se jednalo o „mikroplatby“ kolem tisícin centu za byte<sup>1</sup> (Nelson, 1993, s. 5/11). Čtenář se stává stálým vlastníkem bytů z dokumentu, podobně jako když si koupí knihu, a může si pořídit zálohu pro osobní potřebu (Nelson, 1995b).

Nelson zdůrazňuje, že tento koncept sice není neprůstřelný, ale i nejdokonalší systém ochrany obsahu je možné obejít (Nelson, 1999c). Uživatel sice může zakoupený text šířit dál, ale dokument přijde o všechny hypertextové vazby online dokumentu (Nelson, 1993, s. 2/48). Uživatel by zároveň mohl zveřejnit kopii

---

<sup>1</sup>Platba měřená byty je univerzální i pro binární dokumenty, např. obrázky. Na druhou stranu měření délky textu na byty znamená, že texty ve většině jazyků by byly dražší: například běžně používané kódování UTF-8 potřebuje tři byty pro reprezentaci jednoho znaku s diakritikou.

dokumentu jako své dílo, aby získal honorář. Nelson souhlasí, že to by mohlo fungovat, ale jen do té doby, než by na sebe nepoctivec přitáhl pozornost (ibid., s. 2/60). V takovém případě by pravděpodobně zasáhl poskytovatel Xanadu, se kterým uživatel uzavřel (a porušil) smlouvu.

## 2.4 Shrnutí

Ačkoli systém Xanadu prošel evolucí návrhu, hlavní cíle a klíčové myšlenky byly součástí Nelsonovy vize prakticky od počátku. Belinda Barnet k životnosti Xanadu dodává: „Na rozdíl od Bushova Memexu se lidé stále pokouší implementovat [Xanadu] tak, jak bylo původně navrženo. To dokazuje jeho význam: technické specifikace nejsou vyhlášené svou trvanlivostí, ale specifikaci Xanadu se daří už přes padesát let“ (Barnet, 2014, s. 89).

Z Nelsonových textů je patrné, že se snažil popis Xanadu přizpůsobit aktuálním možnostem počítačů. Rané dokumenty řeší problémy s interaktivní editací textu (JOT, str. 62) a s organizací dat na disku (viz str. 49). Xanadu je také popsáno jako kompletní operační systém (viz str. 54). S rozvojem osobních počítačů a operačních systémů byl návrh přepracován tak, aby fungoval jako konvenční aplikace na architektuře klient / server. To vedlo ke vzniku referenční implementace xu88 (viz str. 63). Když se Web prosadil jako dominantní systém<sup>1</sup>, Nelson jej v dalších návrzích využil pro distribuci dokumentů, čímž Xanadu redukoval převážně na klientskou část (viz str. 67). Sofistikované datové struktury pro optimální distribuci dat byly nahrazeny jednoduchými textovými soubory umístěnými na webových serverech. Aktuální prototypy pak demonstrují Xanadu jako čistě webovou aplikaci (viz str. 68). Tato adaptace návrhu se neobešla bez ústupků: Web nespĺňuje zdaleka všechny cíle Xanadu. Následující kapitola blíže konfrontuje záměry Xanadu s návrhem Webu a nabízí možná řešení těchto ústupků.

---

<sup>1</sup>K Nelsonově velké nelibosti (viz Nelson, [2002]).



## Kapitola 3

# Web, který může být

Ze všech hypertextových systémů se stal dominantním Web, jehož návrh byl mnohem méně robustní. Tato kapitola se věnuje výhodám a nedostatkům Webu oproti návrhu Xanadu. Pro jednotlivé nedostatky jsou představena možná řešení v podobě nových technologií a standardů. V závěru kapitoly je nastíněno, jak by syntéza těchto technologií mohla Web přiblížit Nelsonově vizi.

### 3.1 Xanadu kontra Web

Berners-Lee představil Nelsonovi svůj koncept hypertextu v roce 1992, ale Nelson jej považoval za příliš jednoduchý. „Pak už jsem jen zděšeně pozoroval, jak tento plytký systém, který řeší pouze malou část z našeho záměru (a to kompletně špatně), ovládl celý svět“ (Nelson, 2005b). Podle Nelsona má poloviční zásluhu na úspěchu Webu prohlížeč Mosaic (ibid.). Autoři Mosaicu, Marc Andreessen a Eric Bina, se zaměřili na implementaci triviálních, avšak efektních funkcí, jako podporu multimédií, barev a různých písem (Berners-Lee; Fischetti, 1999, s. 71). Nelson shrnuje svojí kritiku Webu následovně:

„Proč nemám rád Web? Nemám rád jeho [...] důraz na vzhled. Jeho obdélníkovou simulaci papíru s cenným prostorem [...], který si pronajali inzerenti. Jeho odkrytou a vynucenou hierarchii. Jeho netypované, jednosměrné odkazy existující pouze uvnitř dokumentu. [...] Web umožňuje vytvářet pouze triviální odkazy. Není zde nic, co by podporovalo důkladnou anotaci nebo studium. A samozřejmě zde není žádná možnost transkluze.“ (Nelson, 2005b)

Důvod, proč Nelson označuje Web za plytký a povrchní systém, může také souviset s odlišným přístupem k implementaci. Nelson se svým týmem strávil řadu let hledáním optimálního technického řešení, které by obsáhlo všechny plánované funkce: „Zatímco ostatní navrhují systémy, které toho umí méně, a pak přidávají další funkce, my jsme navrhli [Xanadu] jako jednotnou strukturu, která zvládne vše. To sice zabere více času, ale vede to k čistějšímu návrhu“ (Nelson, 1993, s. 0/5). Berners-Lee naproti tomu vytvořil minimální systém pragmaticky přizpůsobený pro heterogenní prostředí organizace CERN (viz str. 39). Obtížnější problémy, jako obousměrné odkazy nebo permanentní dostupnost dokumentů, Web neřešil.

Nelson plánoval, že by rozvoj Xanadu byl řízený centrálně a provoz systému by zajišťovali licencovaní poskytovatelé (viz str. 59). Naproti tomu Berners-Lee usiloval o volnou dostupnost Webu: každý může provozovat vlastní webový server bez souhlasu centrální autority (viz str. 40). Po představení první implementace ponechal Berners-Lee „žít Web vlastním životem“, na rozdíl od Nelsona, který chtěl direktivně řídit vývoj Xanadu podle své vize a technických návrhů. Web byl inovován živelně ze strany vývojářů jednotlivých prohlížečů,<sup>1</sup> kteří nakonec začali spolupracovat na inovaci webových standardů pod záštitou konsorcia W3C (W3C, 2014).

Jak tvrdí Clay Shirky (1998), trivialita a nedokonalost původního návrhu Webu umožnila rapidní rozvoj a adaptaci technologie pro potřeby uživatelů. Robustní systémy vyvíjené centrálně, jako WAIS či Gopher (a Xanadu), zahrnovaly od počátku řadu funkcí, avšak jejich následný vývoj rostl logaritmicky. Web sice začal jako mnohem slabší systém, jeho rozvoj však probíhal exponenciálně. Shirky nabízí následující přirovnání: „Je to podobné jako dinosauři versus savci – savci nakonec vždy vyhrají“ (ibid., s. 47). Díky rozvoji a adaptabilitě webových technologií se z Webu stala univerzální aplikační platforma, která nahradila proprietární, centrálně vyvíjené technologie, jako Flash a Java applety<sup>2</sup> (Slater-Robins, 2016). Nakonec exponenciální rozvoj Webu umožnil Nelsonovi přenést návrh Xanadu do prostředí webového prohlížeče (viz str. 77).

<sup>1</sup>To vedlo ve druhé polovině devadesátých let k „válce prohlížečů“ mezi firmami Microsoft a Netscape. Obě firmy přidávaly nové, nekompatibilní funkce do jazyka HTML ve snaze získat si vývojáře a tím pádem i uživatele, kterým se webové stránky zobrazovaly „správně“ pouze v jednom z prohlížečů (více viz Hoffmann, 2017).

<sup>2</sup>Applet je program, který běží v kontextu jiné aplikace. V prostředí Webu se nejčastěji jedná o tzv. zásuvné moduly (*plug-in*) jako např. Flash, Silverlight nebo Java, které poskytují sofistikovanější funkce než standardní webové technologie (Wikipedia, 2017a).



## 3.2 Přenesení vlastností Xanadu na Web

Pokrok webových technologií se výrazně dotkl zejména webových prohlížečů. Rozvoj jazyka JavaScript umožnil tvorbu sofistikovaných aplikací, které uživatelé nemusí instalovat a vývojáři je mohou průběžně aktualizovat (O'Reilly, 2005, § 7). V současnosti je možné vyvíjet webové aplikace, které fungují bez internetového připojení, což je důležitá vlastnost zejména na mobilních zařízeních (tzv. *Progressive Web Apps*, viz Russell, 2015).

I přes veškerý technický pokrok však jádrem Webu zůstává stejně omezený model hypertextu, který neprošel významnější změnou. Nedostatky, které Andrew Pam vytýkal Webu v příspěvku *Where World Wide Web Went Wrong* v roce 1995 jsou stejně platné i dnes. Konkrétně se jedná o omezené možnosti distribuce a zálohování obsahu, absence verzování dokumentů, absence obousměrných odkazů, omezená podpora transkluze a nesystematický přístup k autorovým právům (tj. absence transcopyrightu). Pochopitelně se jedná o vlastnosti, které řešil návrh Xanadu.

Následující část kapitoly konfrontuje tyto nedostatky Webu s vlastnostmi Xanadu popsanými v předchozí kapitole na str. 71 a představuje současné projekty, které by mohly dílčí problémy vyřešit. Některá řešení vyžadují součinnost webového prohlížeče ať už se jedná o podporu nových webových standardů nebo specializovaných doplňků. Jiná řešení představují novou, robustnější architekturu pro Web. Zohledněný je i aktuální Nelsonův návrh Xanadu popsaný na str. 68.

### 3.2.1 Perzistence a verzování dokumentů

„Web [...] je fantasmagorie. Není to místo v žádném určitém významu tohoto slova. Není to repozitář. Není to knihovna. Je to neustále se měnící slepenec věčné novoty.

Nemůžete spoléhat na Web, ano? Je nestálý. Musíte to vědět.“

(LaFrance, 2015)

Web neklade žádná omezení na publikaci materiálů, server si může zprovoznit každý – přesně jak si Berners-Lee přál. To má však i stinnou stránku: Web nemá žádné mechanismy, které by garantovaly permanentní dostupnost obsahu. Problém vychází ze způsobu identifikace obsahu na Webu: identita dokumentu je totožná s jeho adresou (URI). Dokument na stejné adrese se může

libovolně změnit bez zachování předchozí verze.<sup>1</sup> Pokud se změní lokace dokumentu, jedinou možností je uživatele přesměrovat – Berners-Lee (1998) doporučoval adresy dokumentů vůbec neměnit (*Cool URLs don't change*). Pokud však server nebo doména zanikne, zmizí i její obsah.

Reakcí na nestálost Webu jsou webové archivy, například český Webarchiv nebo Internet Archive,<sup>2</sup> který funguje od roku 1996 (LaFrance, 2015). Roboti webových archivů periodicky prochází a ukládají dokumenty z celého Webu (nebo z jeho podmnožiny, jako v případě Webarchivu). Podobnou funkci plní služby, které vytvoří zálohu stránky na přání uživatele, například Archive.is či Perma.cc. Archivy však nejsou definitivním řešením – k některým dokumentům se roboti nedostanou, nebo dokument nezachytí v určité verzi. Navíc je dostupnost webových archivů zcela závislá na existenci organizací, které je provozují. Organizace mohou zaniknout nebo přijít o svá datová centra.

#### 3.2.1.1 Distribuovaný, permanentní Web

Skutečné řešení tohoto problému by znamenalo změnit architekturu Webu. Zakladatel Internet Archive, Brewster Kahle (2015), proto vyzývá k vytvoření decentralizovaného Webu, kde by distribuce obsahu nebyla závislá na dostupnosti jednotlivých serverů.

Existuje několik projektů, které se tento koncept snaží uvést v praxi. Charakteristické pro ně je, že fungují na principu *peer-to-peer* sítí, kde každý klient může poskytovat data ostatním klientům bez existence autoritativního zdroje (serveru).<sup>3</sup> Konkrétním příkladem je projekt *InterPlanetary File System* (IPFS),<sup>4</sup> což je distribuovaný, peer-to-peer souborový systém (Benet, 2014).

V IPFS je každý soubor identifikovaný svým obsahem pomocí unikátního otisku (*hashe*).<sup>5</sup> Identita souboru je tak nezávislá na jeho lokaci a systém garantuje, že obsah souboru zůstane neměnný. Pokud si klient vyžádá určitý soubor na základě jeho hashe, obdrží jej od ostatních klientů a sám jej může

---

<sup>1</sup> Systémy jako wiki automaticky ukládají každou verzi dokumentu, fungují však pouze v kontextu konkrétních webových stránek.

<sup>2</sup> Viz <http://webarchiv.cz/> a <https://archive.org/>

<sup>3</sup> Tento model sdílení dat byl popularizovaný zejména protokolem BitTorrent.

<sup>4</sup> <https://ipfs.io/>

<sup>5</sup> Hash je výstupem hashovací funkce, která převede vstupní data o libovolné délce na řetězec o konstantní délce (např. 256 bitů). Stejná data mají vždy stejný hash, pokud se však liší i v jediném bitu, výsledný hash bude zcela odlišný. Hashovací funkce se využívají mj. k ověření integrity souborů.

následně distribuovat. IPFS také umožňuje zaznamenávat informace o verzích podobně, jako systém pro správu verzí Git (ibid., § 3.6). Hash nicméně není uživatelsky vstřícný pro ruční zadání adresy. Proto IPFS poskytuje jmenný prostor *InterPlanetary Name System* (IPNS), kde je možné použít existující domény podobně, jako na Webu. Každá doména může obsahovat záznam s hashem souboru v IPFS, který se použije jako aktuální verze dané stránky (ibid., § 3.7).

Vedle distribuovaného souborového systému počítá IPFS ještě s další vrstvou, která má zajistit dostatek celkové kapacity systému: *Filecoin*. Zatímco IPFS poskytuje základní infrastrukturu pro uložení dat, Filecoin přidává „algorithmické tržiště“ pro ukládání dat s vlastní virtuální měnou podobnou kryptografické měně Bitcoin (Protocol Labs, 2017). Klienti platí Filecoin poskytovatelům za uložení jejich dat. Poskytovatelé musí klientům opakovaně dokazovat, že data mají stále uložená (ibid., s. 10). Důkaz o dostupnosti dat je veřejně uložený v *blockchainu*<sup>1</sup>, takže ji mohou použít i ostatní klienti.

Přestože Xanadu mělo také fungovat jako distribuovaný systém, za jeho provoz zodpovídali smluvní poskytovatelé. Výhodou IPFS a podobných technologií je, že si klienti na síti nemusí důvěřovat. K zapojení se do sítě stačí provozovat volně dostupný software. Filecoin pak řeší zpoplatnění úložiště, což by mělo zajistit motivaci pro hostování cizích dat a podpořit dlouhodobou udržitelnost sítě.<sup>2</sup>

Zejména systém IPFS má ambice stát se permanentním Webem skrze interoperabilitu s existujícími systémy. V současnosti IPFS nabízí „přemostění“ souborů z peer-to-peer sítě na Web pomocí tzv. *gateway*. V budoucnu by měla být peer-to-peer konektivita implementovaná v prohlížeči pomocí webové technologie WebRTC (Benet, 2014, § 3.2), takže pro přístup k permanentnímu Webu nebude zapotřebí specializovaný software. Raným úspěchem IPFS je jeho použití službou *Neocities*. Ta poskytuje, po vzoru ukončené služby GeoCities, volný prostor pro tvorbu webových stránek. Od roku 2015 jsou všechny stránky uživatelů také automaticky publikované do systému IPFS (Drake, 2015). S ohledem na distribuovanou povahu systému je tak jednodušší archivovat

---

<sup>1</sup>*Blockchain* je distribuovaná databáze skládající se ze zřetězených bloků. Každý blok obsahuje, kromě samotných dat, časový údaj a odkaz na předchozí blok (typicky hash bloku), což zaručuje konzistenci řetězu navazujících bloků. Blockchain se používá u většiny kryptografických měn pro ukládání transakcí (Wikipedia, 2017b).

<sup>2</sup>K dalším podobným projektům, které nabízí úložiště dat podpořené kryptoměnou patří MaidSafe, StorJ a Ethereum Swarm.

jednotlivé verze souborů, případně změnit jejich hosting, pokud by portál Neocities zaniknul. Distribuovaný Web je také přínosný pro webové archivy, protože mohou efektivněji ukládat soubory a detekovat změny na stránkách.

#### 3.2.2 Precizní adresace obsahu a anotace

Standardy URI a HTML nabízí pouze omezené možnosti jak adresovat konkrétní část dokumentu, což komplikuje citování a anotování dokumentů či transkluzi obsahu. Součástí URI může být tzv. fragment, který odkazuje na prvek s konkrétním identifikátorem v dokumentu (Baker et al., 2002, § 3) a klient jej může použít k zacílení prvku. V praxi prohlížeč zobrazí část stránky, na které se příslušný prvek nachází. Dokument musí tyto identifikátory prvků obsahovat, jinak lze dokument adresovat pouze jako celek. Proto Nelson považuje takové dokumenty za uzavřené – není možné proniknout hlouběji do jejich obsahu. Nelson kritizuje HTML jako simulaci papíru, v tomto ohledu je však HTML horší než papír: u papírových dokumentů je možné odkázat alespoň konkrétní stránku. HTML dokumenty nemají fyzické limity, které by informace přirozeně rozdělily do menších, adresovatelných celků. Z tohoto hlediska je HTML krokem zpátky i oproti Memexu (viz str. 26).

Různé redakční systémy a generátory HTML často automaticky vkládají identifikátory pro jednotlivé nadpisy. Příkladem je adresace přes tzv. *Purple Numbers* navržená Christinou Engelbart podle systému Augment/NLS jejího otce (CWE Community, 2010). Jedná se o fialová čísla automaticky vložená do dokumentu, která umožňují adresovat jednotlivé odstavce bez manuálního zásahu autora. Všechny tyto metody jsou však pevnou součástí dokumentu a vyžadují součinnost autora. Zároveň nenabízí dostatečnou preciznost pro adresaci např. konkrétní věty v odstavci.

Aktuální standardy rozšiřují možnosti fragmentů pro různé typy souborů. Například standard *Media Fragments URI* (Troncy et al., 2012) umožňuje adresovat konkrétní části multimediálních formátů (např. výřez obrázku nebo úsek videa). Standard *XPointer* umožňuje vybrat konkrétní element ve struktuře XML dokumentu (Thompson et al., 2014, § 5) a lze jej aplikovat i na HTML dokument. Pokud se však změní struktura dokumentu, fragment se může rozbít nebo začít ukazovat na zcela odlišnou část dokumentu.

V rámci neziskového projektu *Hypothesis*<sup>1</sup> vzniká univerzální anotační systém pro Web. Vzhledem k charakteru projektu je nutné řešit odolnou adresaci částí dokumentu tak, aby anotace „přežily“ změnu dokumentu a mohly fungovat napříč různými formáty. Anotace proto obsahuje několik indicií, včetně adresovaného textu samotného a jeho okolí (Csillag, 2013). Tento přístup je formalizovaný v aktuálním webovém standardu pro anotace (Young et al., 2017, § 4).

Webové anotace řeší několik dalších nedostatků Webu. Každá anotace je samostatná entita, která může být uložena na jiném serveru, než anotovaný dokument. Tím pádem mohou čtenáři anotovat text bez zásahu do originálního dokumentu pomocí rozšíření v prohlížeči. Anotace může propojovat několik různých dokumentů mezi sebou a může být aplikovaná napříč různými formáty (Summers, 2013). V praxi je třeba možné přenést anotace mezi HTML a PDF verzí článku na základě stejného identifikátoru DOI (Udell, 2017).

Model anotací by mohl být rozšířený o další sémantické typy (například poznámky pod čarou, korekce) a ve výsledku by umožnil vizualizaci viditelných vazeb mezi dokumenty, o kterou Nelson v Xanadu usiloval (viz str. 53). Určitou nevýhodou současného standardu je, že anotace jsou uloženy na konkrétním serveru, takže čtenář vidí pouze anotace od uživatelů stejného serveru a nikoliv z celého Webu. Na druhou stranu má čtenář možnost spravovat si anotace na soukromém serveru nebo je sdílet pouze v úzké skupině čtenářů.

Webové anotace ve svém současném návrhu připomínají Nelsonovu implementaci plovoucích odkazů a *xanalinks* (viz str. 68). Nelsonův koncept adresace obsahu je však výrazně jednodušší (adresa určuje pouze rozsah bytů), protože předpokládá, že se dokumenty nebudou měnit. Takovou garanci by mohl nabídnout dříve zmíněný systém IPFS, kde má každý soubor unikátní adresu danou svým obsahem.

#### 3.2.3 Obousměrné odkazy

Berners-Lee si byl vědom výhod obousměrných odkazů. Čtenáře může zajímat, jaké další texty odkazují na aktuální dokument („informace zadarmo“) a je snadnější předejít vzniku nefunkčních odkazů při přesunu dokumentu (Berners-Lee, 1990). Kde však má být informace o zpětných odkazech uložena, pokud ne v samotném cílovém dokumentu? Lokální hypertextové systémy si ukládaly

---

<sup>1</sup><https://hypothes.is>

informace o odkazech v centrální databázi (např. Intermedia – str. 33 nebo Microcosm – str. 36). V Xanadu (podle návrhu) a Hyper-G má každý server lokální databázi příchozích odkazů, což vyžaduje „masivní koordinaci, která omezuje celý systém“ (Shirky, 1998, s. 45). Berners-Lee (1990) navrhoval zveřejněné dokumenty procházet samostatným programem, který by sestavil databázi zpětných odkazů.<sup>1</sup>

Komunita webových vývojářů přišla s vlastním řešením pro podporu obousměrných odkazů. V roce 2002 byla publikována specifikace pro systém *Trackback* (Wikipedia, 2016). Ten funguje následovně: když autor publikuje na svých stránkách nový příspěvek, jeho publikační systém upozorní všechny weby, které jsou v příspěvku zmíněny. Majitelé příslušných webů se mohou rozhodnout, zda zpětný odkaz zveřejní či ne. Pozdější projekty odstranily některé technické nedostatky původního systému a specifikace *Webmention* byla ustálena jako webový standard pro předávání zpětných odkazů mezi weby (Parecki, 2017). Tyto systémy však mají dvě nevýhody. Jednak nefungují v případě publikace čistě statických stránek, protože server musí obsluhovat zápis příchozích odkazů. Druhá se majitel odkazovaného webu může rozhodnout příchozí odkazy nezveřejnit. To je zapotřebí například kvůli ochraně před spamem, ale čtenáři mohou být zatajeni i odkazy z textů, které s autorem jednoduše nesouhlasí.

Nelson se návrhem Xanadu pokoušel vytvořit médium, které podporuje pluralitu myšlení a předpokládá neustálý konflikt názorů (viz str. 49). Proto také publikující autoři museli akceptovat, že nemají nad zpětnými odkazy kontrolu (viz str. 59). V případě Webu by tak informace o zpětných odkazech musely být dostupné čtenářům mimo kontrolu majitelů jednotlivých webů. To by mohl řešit stejný model, jako u webových anotací. Informace o zpětných odkazech by byly uloženy na neutrálním serveru třetí strany. Alternativně by si informace vyměňovali klienti mezi sebou prostřednictvím distribuované databáze na peer-to-peer síti. Ta by fungovala na bázi distribuované hashovací tabulky<sup>2</sup>, jenž by propojovala konkrétní dokumenty (na základě jejich hashe či URL) s entitami příchozích odkazů. Standard pro takovou technologii v současné době neexistuje, ale jedná se o přirozený důsledek separace odkazů ze struktury dokumentu, jaký poskytují webové anotace nebo Xanadoc.

<sup>1</sup>Na tomto modelu stojí webové vyhledávače, jako například Google – ten však informace o zpětných odkazech poskytuje pouze majitelům příslušných webových stránek (Cutts, 2007).

<sup>2</sup>*Distribuovaná hashovací tabulka* (DHT) umožňuje vyhledat hodnotu na základě klíče napříč různými počítači. V praxi se používá mj. pro nalezení dat v distribuovaných sítích (Wikipedia, 2017d).

### 3.2.4 Transkluze

Transkluze není Webu zcela cizí koncept, pouze se tento termín v kontextu Webu nepoužívá (častější je pojem *embedding*, tj. vkládání). HTML používá transkluzi pro vkládání multimediálních objektů (Pam, 1995, s. 31; Leithead et al., 2016, § 4.7). V dokumentu je reference na externí soubor, například obrázek nebo video, který prohlížeč zobrazí jako součást dokumentu. Vedle toho je možné vložit dokument do jiného dokumentu prostřednictvím tzv. rámců (*iframe*, viz Leithead et al., 2016, § 4.7.6), které jsou využívány pro vkládání obsahu z externích služeb, například videí z YouTube nebo reklamních bannerů.

Nelson a Pam (1995, s. 31) přesto kritizují absenci transkluze na Webu. Technicky je sice možné transkludovat soubory z cizího serveru (tzv. *hotlinking*), bez předchozího souhlasu to ale není korektní a může se jednat o porušení autorských práv. Návštěvníci čerpají přenosovou kapacitu cizího serveru a jeho provozovatel může soubory smazat nebo nahradit. V systému Xanadu je naopak opětovné používání obsahu v cizích dokumentech povoleno a podporováno díky transcopyleftu.

Webové technologie nepodporují snadnou transkluzi textu z dokumentu, což je dané mj. omezenými možnostmi precizní adresace obsahu. Rámec vloží vždy celý dokument a stejně tak není možné transkludovat pouze výřez obrázku nebo malou část videa.

Existují tzv. „mashupy“, což jsou zpravidla webové aplikace, které kombinují obsah z různých služeb (O'Reilly, 2005, § 3). Například se může jednat o vizualizaci fotografií ze služby Instagram na mapách Google Maps, nebo porovnání ceny zboží v různých obchodech. Vytvoření takových mashupů zpravidla vyžaduje znalost programování a integraci specifických služeb.

Nelson v projektu XanaViewer demonstroval, jak může transkluze na Webu vypadat (viz str. 69). Aplikace, která běží v prohlížeči, dostane dokument s odkazy na zdrojové soubory. Z nich následně sestaví „mashup“ výsledného textu.

Pro praktické nasazení má tento projekt jednu nevýhodu. Jak už bylo zmíněno u precizní adresace obsahu (viz str. 85), Nelsonův návrh vyžaduje, aby se zdrojové dokumenty neměnily, protože text pro transkluzi ze zdrojového dokumentu je určený jako rozsah bytů. To ale má i své výhody. Současná implementace nejprve stáhne celý zdrojový dokument, který následně „oreže“

na požadované fragmenty textu. Se znalostí rozsahu bytů by si klient mohl ze serveru vyžádat pouze konkrétní části dokumentu, a v případě zpoplatněného obsahu (viz dále), by zaplatil pouze ten.

#### 3.2.5 Mikroplatby a transcopyright

„Co jsme chtěli udělat byl nástroj, který by usnadnil všem a všude sdílet znalosti, názory, nápady a fotky roztomilých koček. Jak každý ví, měli jsme nějaké problémy, zejména s obchodním modelem, které nám zabránily udělat to, co jsme chtěli udělat tak, jak jsme doufali, že to uděláme. O co dnes žádáme je diskuze o tom, jak bychom to mohli udělat lépe, protože napoprvé jsme to docela zpackali.“  
(Zuckerman, 2014)

V článku *The Internet's Original Sin* Ethan Zuckerman vysvětluje, proč jsou reklamy „prvotním hříchem“ Webu. Uživatelé se naučili, že služby na Webu jsou zadarmo – respektive, že za ně platí svou pozorností, kterou musí věnovat otravným reklamám. Webové služby tak soupeří o pozornost uživatelů, kteří akceptují stále invazivnější sběr osobních dat kvůli lepšímu marketingovému zaměření (ibid.). Přesto příjmy z on-line reklamy stále klesají (Vranica et al., 2016).

Nelson neplánoval, že by cokoliv bylo v Xanadu zadarmo. Uživatelé měli platit poskytovateli za používání systému i autorům za přístup k jejich dokumentům (viz str. 76), a to i extrémně malé částky za každý přenesený byte (mikroplatby). Web nemá žádný integrovaný systém placení za obsah. Přístup ke zpoplatněnému obsahu si řeší každý vydavatel zvlášť, případně individuální tvůrci spoléhají na dobrovolné příspěvky svých fanoušků.<sup>1</sup>

Určitý posun by mohly přinést vznikající webové standardy pro placení prostřednictvím webového prohlížeče (McElmurry et al., 2017). Provozovatelé tak mohou snadněji integrovat různé metody plateb proti jednotnému rozhraní. Pro uživatele je placení jednodušší, nevyžaduje opakované zadávání údajů z platební karty nebo registraci do různých služeb pro elektronické platby (např. PayPal), ačkoli ty mohou být podporované jako jedna z platebních metod. Konvenční platební metody mají jisté nevýhody, zejména při placení malých částek. Zprostředkovatelé plateb si účtují relativně vysoké marže

---

<sup>1</sup>Například skrze populární službu Patreon.



za transakci, takže se nevyplatí pro mikroplatby. Zároveň jsou informace o nákupech zpřístupněné třetím stranám, což umožňuje bance, nebo jinému zprostředkovateli, sledovat, jaký obsah uživatel nakupuje.

Oba tyto problémy částečně řeší kryptografické měny, jako například Bitcoin. Ty fungují bez centrální autority a umožňují placení velmi malých částek s minimální marží. Všechny transakce jsou veřejně viditelné, protože jsou uloženy v blockchainu. Uživatelé však mohou mít neomezené množství samostatných identit pro placení (tzv. peněženky) a existují způsoby anonymizace plateb, například přes „promíchání“ plateb více uživatelů (Herrera-Joancomartí, 2015).

Prohlížeč *Brave* se pokouší zavést koncept dobrovolných mikroplateb za obsah na webu. Prohlížeč automaticky blokuje reklamy, čímž omezuje příjmy majitelů webových stránek. Uživatelé mohou každý měsíc platit fixní částku, která se poměrně rozdělí mezi weby, které nejčastěji navštěvují (Eich, 2016). Platby chodí přes Bitcoin do peněženky příslušného webu, což umožňuje sbírat odměny i pro vydavatele, kteří se do systému nepřihlásili. Systém plateb je nastavený tak, aby z transakcí nebylo patrné, jaké stránky uživatelé navštěvují, ale zároveň si uživatelé díky blockchainu mohou ověřit, že byl jejich příspěvek skutečně vyplacen (*Brave* si bere provizi pět procent). Zakladatel projektu Brendan Eich<sup>1</sup> věří, že *Brave* má šanci fundamentálně změnit obchodní model Webu (Peck, 2017).

Blockchain nabízí i jiná využití související s odměnami pro autory, například může sloužit k registraci digitálního díla. Autor může uložit do blockchainu hash díla, čímž prokáže jeho autorství v určitém čase. Následně pak mohou být v blockchainu zaznamenány nákupy a převody licencí (De Filippi et al., 2016).

Výhody takového decentralizovaného registru jsou patrné zejména v kontextu modelu distribuovaného, permanentního Webu. Dříve zmíněný systém *Filecoin* zpoplatňuje uložení a přenos souborů, nicméně neřeší autorství souborů. Mohl by však existovat registr souborů uložený v blockchainu, který by propojoval unikátní hash souboru s identitou autora. Takový registr se snaží vytvořit projekt *ascribe* (McConaghy et al., 2015). Na základě ověření autorství z registru by bylo možné zasílat autorům automaticky příspěvky podobně, jako to dělá prohlížeč *Brave*. Registr by také mohl sloužit k bezpečnému nákupu

---

<sup>1</sup>Také původní autor jazyka JavaScript a spoluzakladatel projektu Mozilla.

obsahu (Kahle, 2015). Pokud si uživatel zakoupí soubor, bude tato informace permanentně zaznamenána v blockchainu. Ostatní klienti distribuovaného souborového systému uživateli soubor poskytnou proti provedené platbě, případně mu zprostředkují dešifrovací klíč. Autor nemusí do procesu vůbec zasahovat, ani zajišťovat hosting souboru.

Takový model ale vyžaduje určitou důvěru mezi klienty a dává prostor ke zneužití. Kupříkladu si plagiátor zaregistruje dílo, které nevytvořil (třeba mírně změněný soubor) a může si nárokovat odměnu. Oproti Xanadu však v decentralizované síti neexistuje autorita, která by mohla zasáhnout. Systém by byl pravděpodobně spolehlivější, pokud by registrace díla byla podmíněná ověřením identity autora.

Koncept mikroplateb skrze kryptografickou měnu zapadá do Nelsonovy demonstrace zpoplatněného obsahu v prototypu XanaViewer (viz obr. 2.5 na str. 70). Nelsonův návrh předpokládá, že si uživatel zakoupí obsah přímo na konkrétním webovém serveru, kde je obsah hostovaný. Poskytovatel obsahu však může zaniknout a uživatelé přijdou o možnost si odkazovaný obsah zakoupit. Kombinace mikroplateb s konceptem Permanentního webu by mohla tento problém vyřešit.

### 3.3 Shrnutí

Triviální návrh Webu se ukázal být i jeho silnou stránkou, protože umožnil rychlý rozvoj a adaptaci této technologie. I přes ohromný posun webových technologií Web, jako hypertextové médium, trpí stejnými nedostatky, jaké mu byly vyčítány před dvaceti lety. V této kapitole byly konfrontovány problematické charakteristiky Webu proti návrhu Xanadu a představeny možná řešení na základě aktuálních technologií a webových standardů.

Web sám o sobě negarantuje permanentní dostupnost obsahu a jednotlivých verzí dokumentů. Existující řešení, zejména webové archivy, mají svá omezení. Alternativa popsaná v této kapitole jsou *peer-to-peer* systémy, které dokážou zajistit dostupnost a verzování dokumentů bez závislosti na původním zdroji. Jako příklad byl popsán distribuovaný systém IPFS s kryptografickou měnou Filecoin, který má ambice vytvořit infrastrukturu pro tzv. permanentní Web.

Webové technologie nabízí pouze omezené prostředky adresace obsahu uvnitř dokumentů. Jako možné řešení byl představen webový standard pro

anotace, jež umožňuje adresaci obsahu v dokumentu odolnou vůči změnám dokumentů. Rozšířením tohoto standardu by bylo možné realizovat Nelsonův koncept plovoucích odkazů s viditelnou vazbou mezi dokumenty.

Z dalších nedostatků Webu byla zmíněna absence obousměrných odkazů. Stávající technologie, jako *Webmention* nebo *Trackback*, jsou závislé na vůli majitelů webových stránek aby rozhodli, které zpětné odkazy chtějí publikovat. To je v rozporu s myšlenkami Xanadu. Naznačená řešení spočívají v uložení zpětných odkazů na serveru třetí strany, či, v případě distribuovaného systému, jejich sdílení skrze distribuovanou databázi.

Ačkoli Web umožňuje omezenou transkluzi obsahu, v praxi je její používání limitováno jeho architekturou a absencí univerzálních pravidel pro opakované použití obsahu. Zároveň není možné snadno a efektivně transkludovat text. Funkční řešení transkluze na Webu představil přímo Nelson v projektu XanaViewer, který by mohl být zajímavý zejména v kombinaci s permanentním Webem.

Poslední diskutovaná oblast se týká absence udržitelného, univerzálního obchodního modelu na Webu. Uživatelé jsou zvyklí, že obsah na Webu je dostupný zdarma za cenu všudypřítomných reklam a sběru osobních dat, přitom výnos z reklam nepokrývá náklady vydavatelů obsahu. Možná východiska zahrnují integrace plateb v prohlížeči a decentralizované kryptografické měny, které mohou sloužit k zavedení mikroplateb za obsah. Distribuované databáze postavené na blockchainu mohou zároveň sloužit jako autoritativní zdroj pro licencování obsahu a zprostředkování honorářů autorům.

### 3.3.1 Syntéza řešení

Kombinace představených technologií by mohla Web přiblížit vizi Xanadu. Konzervativnější řešení je využít standard webových anotací pro vytváření viditelných vazeb, transkluzí a obousměrných odkazů mezi dokumenty, za cenu nestálosti a rizika změny odkazovaných dokumentů. To usnadňuje i integraci plateb za obsah, protože dokumenty jsou uloženy u konkrétních poskytovatelů. Toto řešení zachovává stejné cíle Xanadu popsané na str. 71, jaké splňuje Web. Navíc jsou splněny požadavky g) (viditelné a obousměrné odkazy) a i) (mechanismus provizí za dokument nebo jeho část).

Radikálnější řešení staví na nové architektuře permanentního, distribuovaného Webu. Ten umožňuje uchovat veškerý obsah včetně všech revizí, které zůstanou dlouhodobě dostupné. Díky tomu lze snadno transkludovat i adresovat konkrétní obsah v dokumentech. Symetrie klientů v distribuované síti umožňuje snadnou publikaci vlastních revizí a anotací cizích dokumentů. Není k tomu nutné spravovat server, nebo spoléhat na konkrétní centralizované služby. Díky integraci mikroplateb s distribuovaným úložištěm dat funguje celý systém jako tržiště pro hostování dokumentů.

V praxi by takový systém bylo možné realizovat skrze Nelsonův XanaViewer (nebo podobný software) upravený pro distribuovaný systém, jako je IPFS. Rozšíření Nelsonovy specifikace formátů Xanadoc a Xanalink o koncepty ve standardu webových anotací by mohlo umožnit transkluzi obsahu napříč textovými i multimediálními formáty. Pro Nelsonem navržené formáty však v současnosti neexistuje editor, který by je umožňoval vytvářet. To značně omezuje využití programu XanaViewer. Dalším nedostatkem tohoto plánu je absence technologií pro platbu za obsah. To by buď vyžadovalo rozšíření protokolů pro distribuci obsahu (např. zmíněné IPFS či Filecoin), nebo integraci samostatného systému pro zpoplatněný obsah; mechanika takového systému je naznačena na str. 89. Největší problém představuje náhrada webové architektury klient / server za distribuovanou síť se symetrickými klienty. Ta vyžaduje odlišný přístup k implementaci webových aplikací a mohla by být překážkou v adopci. Na druhou stranu je možné zachovat řadu existujících webových technologií (jako HTML, CSS, JavaScript) a podporu takové sítě je možné implementovat v konvenčním webovém prohlížeči formou klientské aplikace. Rozšíření distribuovaných sítí pomůže podpora ze strany poskytovatelů hostingových služeb, jako je uvedený příklad portálu Neocities.

Navržený distribuovaný systém v některých ohledech předčí Nelsonovu vizi globálního Xanadu. Nevyžaduje centrální autoritu, licencované poskytovatele, smluvní vztahy mezi uživateli a poplatky za publikaci (uživatel si může obsah publikovat na svém serveru). Alespoň teoreticky je odolnější vůči cenzuře, manipulaci s daty i výpadkům sítě.

Vyhodnocení navržené kombinace technologií (na základě projektů IPFS a Filecoin) proti seznamu požadavků na systémy Xanadu ze str. 71 splňuje většinu bodů s výjimkou i) (mechanismus provizí) a p) (bezpečnost transakce).

Vyhodnoceno po jednotlivých bodech:

- a) **Každý Xanadu server je unikátně a bezpečně identifikovaný.**  
Každý server (resp. uzel) na síti je unikátně identifikovaný veřejným klíčem. Server prokazuje svou identitu pomocí privátního klíče (Benet, 2014, § 3.1).
- b) **Každý Xanadu server může fungovat samostatně nebo na síti.**  
Vyplývá z povahy distribuované sítě. Server může fungovat na lokálním počítači bez připojení, na lokální síti nebo přes Internet.
- c) **Každý uživatel je unikátně a bezpečně identifikovaný.**  
Uživatel na síti je identifikovaný stejně jako server, viz bod a).
- d) **Každý uživatel může hledat, získávat, vytvářet a ukládat dokumenty.**  
Dokumenty je možné získat na základě jejich hashe. Uživatel si může uložit dokument na lokálním serveru, případně si zaplatit jeho uložení v síti přes Filecoin.
- e) **Každý dokument se může skládat z různých částí libovolných typů dat.**  
Do HTML dokumentů lze vložit různé datové formáty pomocí schématu „data“ (Masinter, 1998), efektivnější alternativa je však využití transkluze.
- f) **Každý dokument může obsahovat odkazy libovolného typu, včetně transkluze jiného dokumentu v systému, ke kterému má vlastník dokumentu přístup.**  
Transkluzi lze použít ve formátech HTML a Xanadoc. Omezení přístupu může být řešeno šifrováním obsahu nebo ověřením identity uživatele.
- g) **Odkazy jsou viditelné a mohou být následovány ze všech konců.**  
Odkazy mezi dokumenty jsou uloženy jako samostatné soubory (Xana-links nebo webové anotace). Prohlížeč získá informace o příchozích odkazech skrze distribuovanou hashovací tabulku (viz str. 86).
- h) **Akt publikace dokumentu dává ostatním explicitní právo dokument odkazovat.**  
Uživatel publikuje dokument tak, že zveřejní jeho hash a umožní ostatním

si jej stáhnout (Benet, 2014, § 3.5.4).

- i) **Každý dokument může zahrnovat mechanismus provizí [...] za přístup k jakékoliv části dokumentu, včetně transkluze [...].**  
Vyžaduje dodatečné mechanismy pro správu autorských práv, které umožní obsah zpoplatnit (viz str. 89).
- j) **Každý dokument je unikátně a bezpečně identifikován.**  
Dokument je identifikovaný kryptografickým hashem svého obsahu.
- k) **Každý dokument je chráněn před neoprávněným přístupem.**  
Neveřejný dokument může být zašifrovaný, případně poskytnutý ke stažení pouze serverům se známou identitou.
- l) **Každý dokument může být rychle vyhledán, uložen a získán, aniž by uživatel věděl, kde je dokument fyzicky uložený.**  
Viz bod d). Uživatel může zaplatit za redundantní uložení dokumentu na síti přes Filecoin.
- m) **Každý dokument je automaticky přesunutý na fyzické úložiště odpovídající frekvenci přístupu z libovolného místa.**  
Server, který získá určitý soubor jej začne nabízet dalším serverům. Filecoin dále optimalizuje distribuci dat na síti, protože odměňuje servery za zprostředkování souborů (tzv. *Retrieval Miners*, viz Protocol Labs, 2017, s. 27).
- n) **Každý dokument je automaticky uložen v redundantních kopiích pro zajištění dostupnosti v případě katastrofy.**  
V případě protokolu Filecoin odpovídá za redundanci uložení dat uživatel: čím více zaplatí, tím vícekrát bude soubor uložen v redundantních kopiích (ibid., s. 18). Síť má zároveň opravné mechanismy, které penalizují nespolehlivé poskytovatele úložiště (ibid., s. 20).
- o) **Každý poskytovatel Xanadu může svým uživatelům účtovat poplatky [...].**  
Vyplývá z povahy sítě Filecoin, kde uživatel může platit za uložení a pří-

stup k datům.

- p) **Každá transakce je bezpečná a dostupná pouze účastníkům dané transakce.**

Tento bod není možné zcela splnit s technologií blockchain, protože každá transakce je veřejná. Identita účastníků transakce je však anonymní a je možné podniknout určitá opatření, aby identita na síti byla obtížně spojitelná s reálnou osobou.

- q) **Protokol Xanadu pro komunikaci mezi serverem a klientem je otevřeně publikovaný standard. [...]**

Všechny uvedené technologie jsou otevřené standardy a open-source projekty.

Decentralizace a absence autorit má však i stinné stránky. Distribuovaná technologie poskytuje široké možnosti pro šíření ilegálního obsahu. Otevřená povaha hypertextu v Xanadu v kombinaci s nízkým prahem pro publikaci nabízí prostor pro šikanu uživatelů. Takové problémy by pravděpodobně motivovaly uživatele k implementaci zajímavých technických řešení.<sup>1</sup> Nová technologie může podobné problémy reflektovat ve svém návrhu. V případě distribuovaného Webu je současný vývoj ve fázi, kdy tvůrci testují, zda se jedná o funkční koncept. Nyní je vhodná doba začít uvažovat jaké nové společenské výzvy distribuovaný Web přinese. To může být předmětem dalšího zkoumání.

---

<sup>1</sup>Obdobně jako hromadná šikana uživatelů sociální sítě Twitter vedla ke vzniku aplikací pro automatické blokování uživatelů, například BlockTogether.org.





## Závěr

Cílem mé práce bylo popsat vlastnosti systému Xanadu a kriticky zhodnotit možnosti, přínosy a limitace jejich přenesení do kontextu současného Webu. V práci jsem se snažil zodpovědět dvě otázky: jak se liší Nelsonem navržené vlastnosti Xanadu od vlastností současného Webu a jakým způsobem lze o tyto vlastnosti současný Web obohatit. Nejprve byly představeny některé historické hypertextové systémy, které poskytly kontext pro analýzu Nelsonova Xanadu. Z této analýzy vzešly konkrétní vlastnosti, které byly přeneseny do prostředí Webu s dílčími návrhy na jejich implementaci. V závěru byly syntetizované dva návrhy, jehož silnější varianta by mohla vést k realizaci většiny vlastností Xanadu v prostředí Webu.

V první kapitole jsem představil několik hypertextových systémů společně s motivacemi jejich tvůrců. Společná jim byla snaha osvobodit obsah dokumentů z fyzické formy. Jejich pojetí hypertextu bylo mnohem sofistikovanější, než jak jej představuje současný Web. Rozvoj hypertextových systémů byl také úzce spojen s evolucí počítačů a operačních systémů. Zatímco první systémy měly problém prosadit funkci počítače jako interaktivního média, novější systémy pro změnu narážely na fragmentaci aplikací a souborových formátů. Web přinesl jednotný protokol a formát, v porovnání s ostatními hypertextovými systémy se však v návrhu dopustil řady kompromisů. Neumožnil užší propojení mezi dokumenty a webové prohlížeče postupem času přišly o možnost univerzální publikace a anotace obsahu.

Ve druhé kapitole jsem popsal projekt Xanadu z hlediska evoluce Nelsonovy vize a z hlediska realizovaných implementací. Na základě toho jsem určil dílčí vlastnosti, které měl systém Xanadu nabízet: permanenci dokumentů, transkluzi obsahu, plovoucí odkazy, viditelné vazby mezi dokumenty a provizní systém podporující transkluzi obsahu. Většina vlastností Xanadu pramení z raných návrhů, které Nelson dále rozvíjel podle aktuálních schopností

počítačů. Prvotní návrhy popisovaly Xanadu jako operační systém, pozdější jako samostatnou aplikaci a s nástupem Webu bylo Xanadu revidováno jako webová aplikace. Tomu odpovídají i zmíněné prototypy, které demonstrují pouze některé z popsaných vlastností Xanadu.

V poslední kapitole jsem porovnal zamýšlené vlastnosti projektu Xanadu s možnostmi Webu. Pro dílčí nedostatky Webu jsem představil aktuální technologie, které by mohly přiblížit Web realizaci Xanadu. Konkrétně byla popsána jedna z implementací distribuovaného, permanentního Webu, která řeší perzistenci dokumentů a usnadnila by implementaci dalších vlastností Xanadu. Dále jsem představil možnosti precizní adresace skrze standard webových anotací, implementace obousměrných odkazů, transkluzi textového obsahu a možnosti mikroplateb za obsah prostřednictvím kryptografických měn s technologií blockchainu. V závěru kapitoly jsem uvedl dvě varianty syntézy diskutovaných řešení, jejíž silnější varianta by mohla vést k decentralizované verzi Xanadu. Jako součást řešení jsem zohlednil Nelsonův aktuální prototyp, XanaViewer.

Finální kapitola práce je do velké míry spekulativní. Popsal jsem zde nové technologie, které jsou v současnosti spíše na okraji zájmu a je možné, že se řada z nich neprosadí. V první kapitole koneckonců zmiňuji celou řadu hypertextových systémů, které skýtaly velký potenciál, časem ale zastaraly a zanikly. Největší překážkou pravděpodobně bude náhrada současného modelu Webu klient / server za distribuovanou síť, která přinese odlišný přístup k implementaci webových aplikací.

V práci jsem představil dílčí technologie, které umožňují Xanadu realizovat. Má však skutečně smysl pokoušet se tento systém implementovat? Není to jen touha naplnit neuskutečněný sen? Nelson v návrhu Xanadu předcházal problémům, které sužují současný Web, jako je nestabilita obsahu nebo nefunkční obchodní model. Tyto problémy vadí především konzumaci obsahu na Webu. Systém Xanadu měl umožnit obsah stejně snadno konzumovat, jako jej syntetizovat, porovnávat a rozvíjet. Stejný cíl sdílela řada ostatních hypertextových systémů a byl to i Bushův záměr s Memexem. Domnívám se, že to je i hlavní cíl, o který má smysl usilovat a který by Xanadu mělo na Web přinést. Lze sice namítnout, že Web má řadu možností a služeb pro publikaci obsahu (například blogy nebo YouTube), ale ty z velké části slouží k prezentaci uzavřených dokumentů. Základní implementace Xanadu na Webu by se měla zaměřit na vytváření viditelných spojení mezi existujícími dokumenty. To umožní osvobodit informace uvnitř dokumentů a vytvářet nové asociace, na které původní

---

autoři nepomysleli. S takovou funkcí se Web přiblíží nejen Nelsonově vizi, ale konečně se vyrovná Memexu.

Problematika implementace vlastností Xanadu zahrnuje řadu dalších teoretických i praktických oblastí pro výzkum. Jednou z nich je návrh uživatelského rozhraní pro propojování a transkluzi obsahu. Většina Nelsonových prototypů demonstruje pouze možnosti prohlížení hypertextových dokumentů. Další oblast se týká rozvoje stávajících webových standardů takovým způsobem, aby byly podpořené vlastnosti Xanadu. Nabízí se rozšíření modelu webových anotací na obecný systém plovoucích odkazů nebo integrace mikroplateb do webových prohlížečů. Širokou oblastí výzkumu jsou distribuované sítě a permanentní Web. Ty přináší nové technické i společenské výzvy. Mezi možná témata patří podpora mikroplateb za obsah nebo ochrana soukromí uživatelů.

V práci se věnuji specifické koncepci hypertextu jako „nástroje pro myšlení“, tj. hypertext má sloužit k organizaci informací a k zachycení myšlenek. Tento přístup má kořeny v konceptu Memexu Vannevara Bushe, na který navazuje i Nelson. Touto optikou má hypertext umožnit čtenářům hlouběji pracovat s textem a s masou propojených informací. Takový utilitární pohled na hypertext je do jisté míry protiváhou ergodického pojetí hypertextu, které se většinou zaměřuje na požitky čtenáře při interakci s individuálními díly. Nelsonovo Xanadu rozmazává hranice mezi čtenářem a autorem, čímž definuje nový rámec pro interakci s textem. Představuje proto zajímavý příspěvek do diskurzu o kybertextu.

Já si z této práce odnáším, že myšlenky Xanadu lze a má smysl přenést na Web. V mé práci jsou popsány způsoby, jak toho docílit a rád bych se v budoucnu věnoval jejich implementaci. Zároveň práce poskytuje přehled Nelsonových návrhů a prototypů, který nabízí zajímavou historickou perspektivu a může být užitečný pro další bádání na poli hypertextových systémů.



# Bibliografie

- AARSETH, Espen J., 1997. *Cybertext: Perspectives on Ergodic Literature*. The Johns Hopkins University Press. ISBN 0801855799.
- ANDREWS, Keith; KAPPE, Frank; MAURER, Hermann, 1995. The Hyper-G Network Information System. *Journal of Universal Computer Science*. Vol. 1, no. 4, s. 206–220. Dostupné z DOI: 10.3217/jucs-001-04-0206.
- BAKER, Michael; STARK, P., 2002. *The 'application/xhtml+xml' Media Type* [Internet Requests for Comments]. RFC Editor [cit. 2017-07-25]. ISSN 2070-1721. Dostupné z DOI: 10.17487/RFC3236. RFC. RFC Editor.
- BARNET, Belinda, 2008. The Technical Evolution of Vannevar Bush's Memex. *Digital Humanities Quarterly*. Vol. 2, no. 1. Dostupné také z: <http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/2/1/000015/000015.html>.
- BARNET, Belinda, 2014. *Memory Machines: The Evolution of Hypertext*. New York, NY: Anthem Press. ISBN 1783083441.
- BENET, Juan, 2014. IPFS – Content Addressed, Versioned, P2P File System. *CoRR*. Vol. abs/1407.3. Dostupné z arXiv: 1407.3561.
- BERNERS-LEE, Tim, 1989. *Information Management: A Proposal* [online]. Geneva [cit. 2017-06-17]. Dostupné z: <http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>.
- BERNERS-LEE, Tim, 1990. Topology. In: *HyperText Design Issues* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://www.w3.org/DesignIssues/Topology.html>.
- BERNERS-LEE, Tim, 1994. *A Brief History of the Web* [online] [cit. 2017-06-17]. Dostupné z: <https://www.w3.org/DesignIssues/TimBook-old/History.html>.

- BERNERS-LEE, Tim, 1998. Cool URIs don't change. In: *Hypertext Style* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <https://www.w3.org/Provider/Style/URI>.
- BERNERS-LEE, Tim; CAILLIAU, Robert, 1990. *WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project* [online] [cit. 2017-06-17]. Dostupné z: <http://www.w3.org/Proposal.html>.
- BERNERS-LEE, Tim; FISCHETTI, Mark, 1999. *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web*. New York, NY: Harper San Francisco. ISBN 0062515861.
- BROOKS, Frederick Phillips, 1975. *The Mythical Man Month: Essays on Software Engineering*. Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0201006502. Dostupné také z: <https://archive.org/details/mythicalmanmonth00fred>.
- BULLARD, Arthur, 2008. Ted Nelson Demonstrates Xanadu Space. In: *YouTube* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <https://youtu.be/1yLNGUeHapA>.
- BUSH, Vannevar, 1945. As We May Think. *The Atlantic Monthly*. Vol. 176, no. 1, s. 101–108. ISBN 0631223029. Dostupné také z: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/>.
- BUSH, Vannevar, 1991a. Memex II. In: NYCE, James M.; KAHN, Paul (eds.). *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*. San Diego, CA, USA: Academic Press Professional, Inc., s. 165–184. ISBN 0125232705.
- BUSH, Vannevar, 1991b. Memex Revisited. In: NYCE, James M.; KAHN, Paul (eds.). *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*. San Diego, CA, USA: Academic Press Professional, Inc., s. 197–216. ISBN 0125232705.
- COLERIDGE, Samuel Taylor, 1999. Kublajchán aneb Vidění ve snu [Fragment]. In: HRON, Zdeněk (ed.). *Jezerní básníci: William Wordsworth, Samuel Taylor Coleridge, Robert Southey*. Přel. z angl. Zdeněk HRON. Praha: Mladá fronta, s. 131. ISBN 8020407901.
- CONKLIN, Jeff, 1987. Hypertext: An Introduction and Survey. *Computer*. Vol. 20, no. 9, s. 17–41. Dostupné z DOI: 10.1109/MC.1987.1663693.

- CSILLAG, Kristof, 2013. Fuzzy anchoring. In: *Hypothesis Blog* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://web.hypothes.is/blog/fuzzy-anchoring/>.
- CUTTS, Matt, 2007. *Google provides backlink tool for site owners* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://www.mattcutts.com/blog/google-provides-backlink-tool-for-site-owners/>.
- CWE COMMUNITY, 2010. *Purple Numbers* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20151023200210/http://community.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?PurpleNumbers>.
- DAM, Andries van, 1988. Hypertext '87: Keynote Address. *Communications of the ACM*. Vol. 31, no. 7, s. 887–895. ISSN 0001-0782. Dostupné z DOI: 10.1145/48511.48519.
- DAVIS, Hugh; HALL, Wendy; HEATH, Ian; HILL, Gary; WILKINS, Rob, 1992. Towards an Integrated Information Environment with Open Hypermedia Systems. In: LUCARELLA, Dario; NANARD, Jocelyne; NANARD, Marc; PAOLINI, P. (eds.). *Proceedings of the ACM Conference on Hypertext*. Milan, Italy: ACM, s. 181–190. ECHT '92. ISBN 0-89791-547-X. Dostupné z DOI: 10.1145/168466.168522.
- DE FILIPPI, Primavera; MCMULLEN, Greg; MCCONAGHY, Trent; CHOI, Constance; ROUVIERE, Simon de la; BENET, Juan; STERN, Diana J., 2016. *How Blockchains Can Support, Complement, or Supplement Intellectual Property*. Dostupné také z: <https://github.com/COALAIP/specs/blob/d4a06d4ac3c922708edd18cb3903e1d405867719/presentations/COALA%20IP%20Report%20-%20May%202016.pdf>. Technická zpráva. Blockchain Workshops.
- DOUG ENGELBART INSTITUTE, [2013]. *Doug's Strategic Vision – A Human Endeavor* [online] [cit. 2017-06-12]. Dostupné z: <http://www.dougengebart.org/about/bootstrapping-strategy.html>.
- DRAKE, Kyle, 2015. HTTP is obsolete. It's time for the Distributed Web. In: *The Neocities Blog* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <https://blog.neocities.org/blog/2015/09/08/its-time-for-the-distributed-web.html>.
- EASTGATE SYSTEMS, 2017. *Storyspace* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <http://www.eastgate.com/storyspace/>.

## BIBLIOGRAFIE

---

- EICH, Brendan, 2016. *Introducing Brave Payments* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://blog.brave.com/introducing-brave-payments/>.
- ENGELBART, Douglas, 1962. *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Menlo Park, CA. Dostupné také z: <http://www.douengelbart.org/pubs/augment-3906.html>. Technická zpráva. Stanford Research Institute.
- ENGELBART, Douglas, 1988. The Augmented Knowledge Workshop. In: GOLDBERG, Adele (ed.). *A History of Personal Workstations*. New York, NY: ACM Press, s. 185–249.
- ENGST, Adam; ENGST, Tonya, 1993. Xanadu Light. *TidBITS* [online]. No. 204 [cit. 2017-06-24]. ISSN 1090-7017. Dostupné z: <https://tidbits.com/static/html/TidBITS-204.html#lnk6>.
- FOUNTAIN, Andrew; HALL, Wendy; HEATH, Ian; DAVIS, Hugh, 1990. *MICRO-COSM: An Open Model for Hypermedia With Dynamic Linking*. Southampton. Dostupné také z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.54.8157>. Technická zpráva. University of Southampton.
- GIT, 2017. *Git: Fast Version Control* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://git-scm.com/>.
- GREGORY, Roger, 2010. *Interview with Dave Marvit at Ted Nelson Book Launch* [online] [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <https://archive.org/details/s/possiplexrogergregoryinterview>.
- GUSTAFSON, Aaron, 2008. Understanding Progressive Enhancement. *A List Apart* [online]. No. 269 [cit. 2017-06-17]. ISSN 1534-0295. Dostupné z: <https://alistapart.com/article/understandingprogressiveenhancement>.
- HAAN, Bernard J.; KAHN, Paul; RILEY, Victor A.; COOMBS, James H.; MEYROWITZ, Norman K., 1992. IRIS Hypermedia Services. *Communications of the ACM*. Vol. 35, no. 1, s. 36–51. Dostupné z DOI: 10.1145/129617.129618.
- HERRERA-JOANCOMARTÍ, Jordi, 2015. Research and Challenges on Bitcoin Anonymity. In: Springer, Cham, s. 3–16. Dostupné z DOI: 10.1007/978-3-319-17016-9\_1.



- HOFFMANN, Jay, 2017. Browser Wars Part 2: How the Web Was Won. In: *The History of the Web* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <http://thehistoryoftheweb.com/browser-wars-part-2/>.
- JONES, David, 2005. *Abora Hypermedia Project* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://abora.dgjones.info/>.
- JOYCE, Michael, 1991. Storyspace As a Hypertext System for Writers and Readers of Varying Ability. In: *Proceedings of the third annual ACM conference on Hypertext*. New York, NY, USA: ACM, s. 381–387. HYPERTEXT '91. ISBN 0897914619. Dostupné z DOI: 10.1145/122974.125110.
- JOYCE, Michael, 1995. What I Really Wanted to Do I Thought. In: JOYCE, Michael. *Of Two Minds: Hypertext Pedagogy and Poetics*. University of Michigan Press, s. 31–35. ISBN 0472065785. Dostupné z DOI: 10.3998/mpub.10599. Dostupné také z: <https://books.google.com/books?id=6t8D04P-mAsC&pg=PA31>.
- KAHLE, Brewster, 2015. *Locking the Web Open: A Call for a Decentralized Web* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <http://brewster.kahle.org/2015/08/11/locking-the-web-open-a-call-for-a-distributed-web-2/>.
- LAFRANCE, Adrienne, 2015. Raiders of the Lost Web. *The Atlantic* [online] [cit. 2017-05-07]. ISSN 10727825. Dostupné z: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/10/raiders-of-the-lost-web/409210/>.
- LEITHEAD, Travis; EICHOLZ, Arron; FAULKNER, Steve; DANILO, Alex, 2016. *HTML 5.1* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://www.w3.org/TR/2016/REC-html51-20161101/>. W3C Recommendation. W3C.
- Lo and Behold: Reveries of the Connected World*. 2016 [film]. Režie Werner HERZOG. USA: Magnolia Pictures.
- LUKKA, Tuomas J., 2003. *Gzz Home Page* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://www.nongnu.org/gzz/>.
- LUKKA, Tuomas J., 2004. *Fenfire (formerly Gzz (formerly GZigZag)) project milestones* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://himalia.it.jyu.fi/ffdoc/fenfire/history/Milestones.gen.html>.

- MARKOFF, John, 2005. *What the Dormouse Said: How the Sixties Counterculture Shaped the Personal Computer Industry*. Viking. ISBN 0670033820.
- MARKOFF, John, 2007. When Big Blue Got a Glimpse of the Future. In: *Bits* [online] [cit. 2017-07-13]. Dostupné z: <https://bits.blogs.nytimes.com/2007/12/11/when-big-blue-got-a-glimpse-of-the-future/>.
- MASINTER, Larry, 1998. *The "data" URL scheme* [Internet Requests for Comments]. RFC Editor [cit. 2017-07-25]. ISSN 2070-1721. Dostupné z DOI: 10.17487/RFC2397. RFC. RFC Editor.
- MAURER, Hermann, 1996. *HyperWave: The Next Generation Web Solution*. Addison-Wesley. ISBN 0201403463. Dostupné také z: <http://www.iicm.edu:8000/hgbook>.
- MCCONAGHY, Trent; HOLTZMAN, David, 2015. *Towards An Ownership Layer for the Internet*. Dostupné také z: <https://www.ascribe.io/app/editions/1iYjGaiKPSm3uw3bqZoTWBEkJQCaPHM4L>. Technická zpráva. ascribe.
- MCELMURRY, Roy; DENICOLA, Domenic; KOCH, Zach; BATEMAN, Adrian; CACERES, Marcos, 2017. *Payment Request API* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://www.w3.org/TR/2017/WD-payment-request-20170725/>. W3C Working Draft. W3C.
- MERRON, Jeff, [1988]. "Xanadu Products Due Next Year" [Originally published on Newsbytes Daily and in the "BYTE/BIX Special Report: West Coast Computer Faire" newsletter, 1988] [online] [cit. 2017-06-24]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/calliq02/%22xanaduproducsduenextyear%22>.
- MÜLLER-PROVE, Matthias, 2002. *Vision and Reality of Hypertext and Graphical User Interfaces*. Hamburg. Dostupné také z: <http://edoc.sub.uni-hamburg.de/informatik/volltexte/2009/52/>. Diplomová práce. University of Hamburg, Department of Informatics.
- NELSON, Theodor Holm, 1965. A File Structure for The Complex, The Changing and the Indeterminate. In: WINNER, Lewis (ed.). *Proceedings of the 1965 20th national conference*. New York, NY, USA: ACM, s. 84–100. ACM '65. Dostupné z DOI: 10.1145/800197.806036.

- NELSON, Theodor Holm, 1967. Getting It Out Of Our System. In: SCHECTER, George (ed.). *Information Retrieval: A Critical View*. Washington, D.C.: Thompson Book Company, s. 191–210.
- NELSON, Theodor Holm, 1968. *Hypertext Implementation Notes* [6–10 March 1968] [sken rukopisu]. Providence, RI. XUarchive. Dostupné také z: <http://xanadu.com/XUarchive/hin68.tif>.
- NELSON, Theodor Holm, 1971. *Technical Description of the Xanadu System* [sken strojopisu]. New York, NY. XUarchive. Dostupné také z: <https://web.archive.org/web/20070703231107/http://xanadu.com/XUarchive/>.
- NELSON, Theodor Holm, 1972. *JOT™: Juggler of Text* [sken rukopisu]. XUarchive. Dostupné také z: <http://xanadu.com/XUarchive/xs-3-JOT.tif>.
- NELSON, Theodor Holm, 1974. *Computer Lib / Dream Machines*. 1st ed. 3rd reprint.
- NELSON, Theodor Holm, 1991. As We Will Think. In: NYCE, James M.; KAHN, Paul (eds.). *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*. San Diego, CA, USA: Academic Press Professional, Inc., s. 245–260. ISBN 0125232705.
- NELSON, Theodor Holm, 1993. *Literary Machines: The report on, and of, Project Xanadu concerning word processing, electronic publishing, hypertext, thinkertoys, tomorrow's intellectual revolution, and certain other topics including knowledge, education and freedom*. 93.1. Sausalito, CA: Mindful Press. ISBN 0-89347-062-7. Část dostupná z: <https://web.archive.org/web/20020207004604/http://www.sfc.keio.ac.jp:80/~ted/TN/PUBS/LM/LMpage.html>.
- NELSON, Theodor Holm, [1995]. *Errors in 'The Curse of Xanadu,' by Gary Wolf* [online] [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/ararat>.
- NELSON, Theodor Holm, 1995a. *Letter To The Editor* [online] [cit. 2017-06-24]. Dostupné z: <http://hyperland.com/lemonade.htm>.
- NELSON, Theodor Holm, 1995b. *Transcopyright: Pre-Permission for Virtual Republishing* [online] [cit. 2017-07-23]. Dostupné z: <http://www.xanadu.com.au/ted/transcopyright/transcopy.html>.

- NELSON, Theodor Holm, 1998a. *Parallel Visualization: Transpointing Windows* [online] [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/ted/TN/PARALUNE/paraviz.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 1998b. *What's On My Mind* [online] [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/ted/zigzag/xybrap.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 1999a. *Installing the OSMIC prototype* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/ted/OSMIC/osmicInstall.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 1999b. *Models of Time, Backtrack and Groupware* [Reasoning behind the OSMIC proposal] [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/ted/OSMIC/osmicTime.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 1999c. *Transpublishing: Common Objections* [online] [cit. 2017-07-23]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/ted/TPUB/tpub-objections.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 1999d. *Using the OSMIC prototype* [online] [cit. 2017-07-22]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/ted/OSMIC/osmicUse.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 1999e. *Xanadu Technologies – An Introduction* [online] [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://xanadu.com/tech/>.
- NELSON, Theodor Holm, 1999f. Xanalogical Structure, Needed Now More Than Ever: Parallel Documents, Deep Links to Content, Deep Versioning, and Deep Re-use. *ACM Computing Surveys*. Vol. 31, no. 4es. ISSN 0360-0300. Dostupné z DOI: 10.1145/345966.346033.
- NELSON, Theodor Holm, 2001a. *CosmicBook* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://xanadu.com/cosmicbook/>.
- NELSON, Theodor Holm, 2001b. *Project Xanadu*. Project Xanadu® History (lores) [online] [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://www.xanadu.net/xuhistory.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 2001c. *The ZigZag® Database and Visualization System: The true generalization of structure* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://www.xanadu.net/zigzag/>.
- NELSON, Theodor Holm, [2002]. *I Don't Buy In* [online] [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://ted.hyperland.com/buyin.txt>.

- NELSON, Theodor Holm, 2005a. *Client Spec For DeepLit™ Content Layer* [online] [cit. 2017-07-22]. Dostupné z: <http://www.xanadu.com.au/transquoter/dlitClientSpec-D9.txt>.
- NELSON, Theodor Holm, 2005b. *Indirect Documents at Last!: Now for a Humanist Computer Agenda* [online] [cit. 2017-07-19]. Dostupné z: <http://hyperland.com/trollout.txt>.
- NELSON, Theodor Holm, 2005c. *Transliteration™: A Humanist Format for Re-Usable Documents and Media* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://transliteration.org/>.
- NELSON, Theodor Holm, 2005d. *Transquoter Delivery Page* [online] [cit. 2017-07-22]. Dostupné z: <http://www.xanadu.com.au/transquoter/>.
- NELSON, Theodor Holm, 2006. A Cosmology for a Different Computer Universe: Data Model, Mechanisms, Virtual Machine and Visualization Infrastructure. *Journal of Digital Information*. Vol. 5, no. 1. ISSN 1368-7506. Dostupné také z: <https://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/131>.
- NELSON, Theodor Holm, 2010a. *Possiplex: Movies, Intellect, Creative Control, My Computer Life and the Fight for Civilization*. Mindful Press. ISBN 089347004X.
- NELSON, Theodor Holm, 2010b. *Tim Berners-Lee Re Ted Nelson* [online] [cit. 2017-07-28]. Dostupné z: <http://hyperland.com/TBLpage>.
- NELSON, Theodor Holm, 2012. *Simplest Complete Xanadu® Explanation* [stated very briefly in order to cover the whole process] [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <http://xanadu.com/xanasimp>.
- NELSON, Theodor Holm, 2015a. *20th-Anniversary Reply To The Wired Attack* [online] [cit. 2017-06-24]. Dostupné z: <http://hyperland.com/WiredAnswers.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 2015b. The Future of Text 2015. In: *YouTube* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <https://youtu.be/V0mm8ic4Eoss>.
- NELSON, Theodor Holm, 2015c. What Box? In: DECHOW, Doug; STRUPPA, Daniele Carlo (eds.). *Intertwined: The Work and Influence of Ted Nelson*. Springer, s. 133–150. ISBN 978-3-319-16925-5. Dostupné z DOI: 10.1007/978-3-319-16925-5\_17.

- NELSON, Theodor Holm, 2016a. *Demo Page for “New Game in Town” Video* [online] [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://xanadu.com/xuDemoPage.html>.
- NELSON, Theodor Holm, 2016b. New Game in Town. In: *YouTube* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <https://youtu.be/72M5kcnAL-4>.
- NELSON, Theodor Holm; SMITH, Robert Adamson, 2007. *Back to the Future: Hypertext the Way It Used to Be* [online] [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://xanadu.com/XanaduSpace/btf.htm>.
- NELSON, Theodor Holm; WITHAM, Steve, 2014. *Ted Nelson’s JOT word-processing interface, 1970-2: Fast Version Control* [1986 Rebuild by Steve Witham] [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: [https://archive.org/details/jot\\_0.53\\_ted\\_nelson](https://archive.org/details/jot_0.53_ted_nelson).
- NIELSEN, Jakob, 1995. *Multimedia and Hypertext: The Internet and Beyond*. Cambridge, MA: AP Professional. ISBN 0125184085.
- O’REILLY, Tim, 2005. *What Is Web 2.0* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <http://oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>.
- PAM, Andrew, 1995. Where World Wide Web Went Wrong. In: TSANG, Philip (ed.). *AUUG Conference Proceedings*. AUUG, vol. 95, s. 27–32. ISBN 1875781439. Dostupné také z: <https://books.google.com/books?id=jZiM77RkNBMC&pg=PA27>.
- PAM, Andrew, 2002. *Xanadu FAQ* [online] [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://xanadu.com.au/general/faq.html>.
- PAM, Andrew, 2015. Intertwined Inspiration. In: DECHOW, Doug; STRUPPA, Daniele Carlo (eds.). *Intertwined: The Work and Influence of Ted Nelson*. Springer, s. 45–49. ISBN 978-3-319-16925-5. Dostupné z DOI: 10.1007/978-3-319-16925-5\_7.
- PARECKI, Aaron, 2017. *Webmention* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://www.w3.org/TR/2017/REC-webmention-20170112/>. W3C Recommendation. W3C.

- PECK, Morgen, 2017. Can Brave's Bitcoin Payment Platform Save Online Publishing? *IEEE Spectrum* [online] [cit. 2017-07-26]. ISSN 00189235. Dostupné z: <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/internet/can-braves-bitcoin-payment-platform-save-online-publishing>.
- PROTOCOL LABS, 2017. *Filecoin: A Decentralized Storage Network*. Dostupné také z: <https://filecoin.io/filecoin.pdf>. Technická zpráva.
- RAYWARD, Warden Boyd, 1994. Visions of Xanadu: Paul Otlet (1868–1944) and Hypertext. *Journal of the American Society for Information Science*. Vol. 45, no. 4, s. 235–250. ISSN 0002-8231. Dostupné z DOI: 10.1002/(SICI)1097-4571(199405)45:4<235::AID-ASI2>3.0.CO;2-Y.
- RHEINGOLD, Howard, [1985]. *Tools for Thought: The People and Ideas Behind the Next Computer Revolution* [online]. 1st ed. [cit. 2017-07-17]. ISBN 0671492926. Dostupné z: <http://www.rheingold.com/texts/tft/>.
- RUSSELL, Alex, 2015. *Progressive Web Apps: Escaping Tabs Without Losing Our Soul* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <https://infrequently.org/2015/06/progressive-apps-escaping-tabs-without-losing-our-soul/>.
- RYAN, Marie-Laure, 2001. *Narrative as Virtual Reality: Immersion and Interactivity in Literature and Electronic Media*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press. ISBN 0801864879.
- SEAY, Jack, [2013]. *Hyperworlds* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <http://hyperworlds.org/>.
- SHIRKY, Clay, 1998. Bad Protocols, Good Users: In Praise of Evolvable Systems. *netWorker*. Vol. 2, no. 3, s. 48–ff. Dostupné z DOI: 10.1145/280506.280518. Dostupné online také z: <http://www.shirky.com/writings/hercomeseverybody/evolve.html>.
- SCHOONMAKER, Kara, 2007. Hypermedia. In: *Theories of Media: Keywords Glossary* [online]. The University of Chicago [cit. 2017-07-26]. Dostupné z: <http://csmt.uchicago.edu/glossary2004/hypermedia.htm>.
- SLATER-ROBINS, Max, 2016. The long and painful death of Flash. In: *TechRadar* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <http://www.techradar.com/news/internet/the-long-and-painful-death-of-flash-1324425>.

## BIBLIOGRAFIE

---

- SUMMERS, Ed, 2013. Cross Format Annotation. In: *Hypothesis Blog* [online] [cit. 2017-05-28]. Dostupné z: <https://web.hypothes.is/blog/cross-format-annotation/>.
- SUNLESS SEA, 2005a. *Enfilade Theory* [online] [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20070927172132/http://www.sunless-sea.net/wiki/EnfiladeTheory>.
- SUNLESS SEA, 2005b. *Ent Theory* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20070927172141/http://www.sunless-sea.net/wiki/EntTheory>.
- THOMPSON, H.; LILLEY, C., 2014. *XML Media Types* [Internet Requests for Comments]. RFC Editor [cit. 2017-07-25]. ISSN 2070-1721. Dostupné z DOI: 10.17487/RFC7303. RFC. RFC Editor.
- TRONCY, Raphaël; PFEIFFER, Silvia; VAN DEURSEN, Davy; MANNENS, Erik, 2012. *Media Fragments URI 1.0 (basic)* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <http://www.w3.org/TR/2012/REC-media-frag-20120925/>. W3C Recommendation. W3C.
- UDANAX.COM, 1998a. *Udanax Gold* [online] [cit. 2017-06-24]. Dostupné z: <http://udanax.xanadu.com/gold/index.html>.
- UDANAX.COM, 1998b. *Udanax Green* [online] [cit. 2017-06-24]. Dostupné z: <http://udanax.xanadu.com/green/index.html>.
- UDELL, Jon, 2017. Federating Annotations Using Digital Object Identifiers (DOIs). In: *Hypothesis Blog* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://web.hypothes.is/blog/doi/>.
- VRANICA, Suzanne; MARSHALL, Jack, 2016. Plummeting Newspaper Ad Revenue Sparks New Wave of Changes. *The Wall Street Journal* [online] [cit. 2017-07-24]. ISSN 00999660. Dostupné z: <http://www.wsj.com/articles/plummeting-newspaper-ad-revenue-sparks-new-wave-of-changes-1476955801>.
- W3C, 2014. The history of the Web. In: *W3C Wiki* [online] [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: [https://www.w3.org/wiki/index.php?title=The\\_history\\_of\\_the\\_web&oldid=72359](https://www.w3.org/wiki/index.php?title=The_history_of_the_web&oldid=72359).
- WALKER, John (ed.), 2017. *The Autodesk File* [online]. 5th ed. [cit. 2017-06-24]. Dostupné z: <https://www.fourmilab.ch/autofile/e5/>.



- WARDRIP-FRUIN, Noah; MONTFORT, Nick, 2003. *The New Media Reader*. MIT Press. ISBN 0262232278.
- WHITEHEAD, Jim, 1996. *Orality and Hypertext: An Interview with Ted Nelson* [online] [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: [https://www.ics.uci.edu/~ejw/csr/nelson\\_pg.html](https://www.ics.uci.edu/~ejw/csr/nelson_pg.html).
- WIKIPEDIA, 2014. Enfilade (Xanadu). In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. San Francisco, CA: Wikimedia Foundation [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Enfilade\\_\(Xanadu\)&oldid=610006589](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Enfilade_(Xanadu)&oldid=610006589).
- WIKIPEDIA, 2016. Trackback. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Trackback&oldid=712405125>.
- WIKIPEDIA, 2017a. Applet. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation [cit. 2017-07-24]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Applet&oldid=767160430>.
- WIKIPEDIA, 2017b. Blockchain. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blockchain&oldid=792179103>.
- WIKIPEDIA, 2017c. B-Tree. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation [cit. 2017-07-15]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=B-tree&oldid=787677880>.
- WIKIPEDIA, 2017d. Distributed hash table. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Distributed\\_hash\\_table&oldid=770987076](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Distributed_hash_table&oldid=770987076).
- WIKIPEDIA, 2017e. Vaporware. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation [cit. 2017-06-25]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Vaporware&oldid=772668684>.
- WIKISOFIA, 2017. Ted Nelson. In: *Wikisofia* [online]. Univerzita Karlova, Filozofická fakulta [cit. 2017-07-27]. ISSN 2336-5897. Dostupné z: [https://wikisofia.cz/index.php?title=Ted\\_Nelson&oldid=46723](https://wikisofia.cz/index.php?title=Ted_Nelson&oldid=46723).
- WITHAM, Steve, 2017. *Instructions for the 1986 Version of JOT™* [online]. Ed. by Theodor Holm NELSON [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <http://xanadu.com/jotinstructions.txt>.

- WOLF, Gary, 1995. The Curse of Xanadu. *Wired* [online] [cit. 2017-05-08]. ISSN 10591028. Dostupné z: <https://www.wired.com/1995/06/xanadu/>.
- WRIGHT, Alex, 2007. *Glut: Mastering Information Through the Ages*. Washington, D.C.: Joseph Henry Press. ISBN 9781280930126.
- WRIGHT, Alex, 2015. The Future of the Web Is 100 Years Old. In: *Nautilus* [online] [cit. 2017-06-05]. Dostupné z: <http://nautil.us/issue/21/information/the-future-of-the-web-is-100-years-old>.
- YANKELOVICH, Nicole; HAAN, Bernard J.; MEYROWITZ, Norman K.; DRUCKER, Steven M., 1988. Intermedia: The Concept and the Construction of a Seamless Information Environment. *Computer*. Vol. 21, no. 1, s. 81–96. ISSN 0018-9162. Dostupné z DOI: 10.1109/2.222120.
- YANKELOVICH, Nicole; MEYROWITZ, Norman K.; DAM, Andries van, 1985. Reading and Writing the Electronic Book. *Computer*. Vol. 18, no. 10, s. 15–30. Dostupné z DOI: 10.1109/MC.1985.1662710.
- YOUNG, Benjamin; SANDERSON, Robert; CICCARESE, Paolo, 2017. *Web Annotation Data Model* [online] [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: <https://www.w3.org/TR/2017/REC-annotation-model-20170223/>. W3C Recommendation. W3C.
- ZUCKERMAN, Ethan, 2014. The Internet's Original Sin. *The Atlantic* [online] [cit. 2017-05-07]. ISSN 10727825. Dostupné z: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/08/advertising-is-the-internets-original-sin/376041/>.