
Corso di QoS e Sicurezza nelle reti

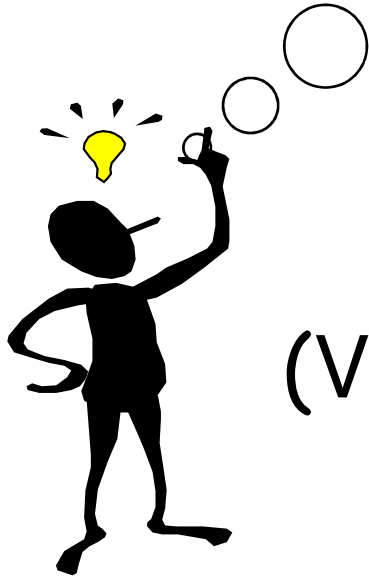
Il protocollo IPv6 (22-04-2016)

Ing. Peppino Fazio
A.A. 2015/2016

Perché IPv6;
Struttura pacchetto;
Sicurezza in IPv6;

Le ultime parole famose

**32 bits should be enough address
space for Internet**



(Vinton Cerf, 1977)

Perché IPv6?

- **Esaurimento dello spazio di indirizzamento IPv4**
- **Esplosione delle tabelle di instradamento sui router**
- **Servizi NUOVI e/o più EFFICIENTI**
 - × **Qualità del Servizio**
 - × **Sicurezza**
 - × **Mobilità**
 - × **Multicast**

Indirizzi IP: quanti?

- La diffusione del protocollo TCP-IP per nuove applicazioni produce una crescita della domanda di indirizzi IP unici
 - × es. electronic commerce, cable TV
- Solo Calcolatori
 - × la crescita è probabilmente esponenziale
- Altri apparati però potranno avere un indirizzo Internet:
 - × telefoni cellulari
 - × agende elettroniche
 - × carte di credito
 - × apparati elettromedicali
 - × dispositivi elettronici in genere

Limiti di IPv4

- Al crescere di Internet, il protocollo IPv4 risulta inadeguato
- Nel 1992 l'IETF lancia una call for proposals per definire la nuova generazione di IP (IPng)
- Nel 1995 è pubblicata la RFC 1752: "The Recommendation for the IP Next Generation Protocol"
- Nel 1996 la specifica diventa standard col nome di IPv6 (RFC 1883) (oggi RFC 2460 nel 1998)

Limiti di IPv4

Indirizzamento

- Il limite principale di IPv4 è l'indirizzamento a 32 bit
 - × è possibile assegnare 2^{32} (oltre 4 miliardi) indirizzi diversi, però non basta!
- La struttura a 2 livelli dell'indirizzo IP (network, host) è conveniente ma spreca spazio di indirizzamento
 - × una volta assegnato un indirizzo alla rete, tutti gli indirizzi per gli host associati a quell'indirizzo di rete sono assegnati a quella rete, anche se vengono usati in modo non efficace

Limiti di IPv4

- Le reti si moltiplicano in maniera rapida
- Cresce la domanda di indirizzi IP unici per nuove applicazioni
 - × es. electronic commerce, cable TV
- IPv4 tipicamente assegna un solo indirizzo IP ad ogni host
 - × una soluzione più flessibile potrebbe assegnare a un host più indirizzi IP -> aumenta il numero di indirizzi IP richiesti

IPv6 usa indirizzi a 128 bit

lo spazio degli indirizzi aumenta di un fattore 2^{96} !!

Limiti di IPv4

Prestazioni nei router

- All'aumentare delle velocità delle reti e all'aumentare del traffico trasportato, è critico che i router svolgano le loro funzioni nel modo più rapido possibile
- I problemi sono sia hardware sia legati al progetto del protocollo IP
 - × il numero di campi dell'header del datagramma IPv4 è elevato
 - × la lunghezza dell'header del datagramma IPv4 è variabile
 - × i router devono frammentare i datagrammi IPv4 se necessario

IPv6 riduce il numero dei campi dell'header
del pacchetto

IPv6 usa un header di dimensione fissa

IPv6 non permette la frammentazione

Limiti di IPv4

Servizio di rete

- IPv4 non fornisce alcun meccanismo per associare i datagrammi a una particolare classe di servizio
- Non ci sono privilegi di trattamento per certi tipi di traffico in caso di congestione, es. real-time

IPv6 permette di identificare i pacchetti appartenenti a un particolare flusso di traffico

La sorgente IPv6 può richiedere un trattamento speciale di un certo tipo di flusso di traffico

Limiti di IPv4

Flessibilità di indirizzamento

- IPv4 è usato soprattutto per indirizzamento unicast
- IPv4 supporta male altre forme di indirizzamento, sia per la dimensione limitata dell'indirizzo a 32 bit, sia perché certi modi di indirizzamento non sono previsti

IPv6 gestisce indirizzi anycast, per cui un pacchetto può essere consegnato ad un nodo specifico in un set di nodi

Il routing degli indirizzi multicast migliora grazie all'introduzione di un campo "scope"

Limiti di IPv4

Security

- Security end-to-end è fornita a livello applicativo e non a livello IPv4

IPv6 supporta l'autenticazione e la riservatezza delle informazioni

IPv6 vs IPv4

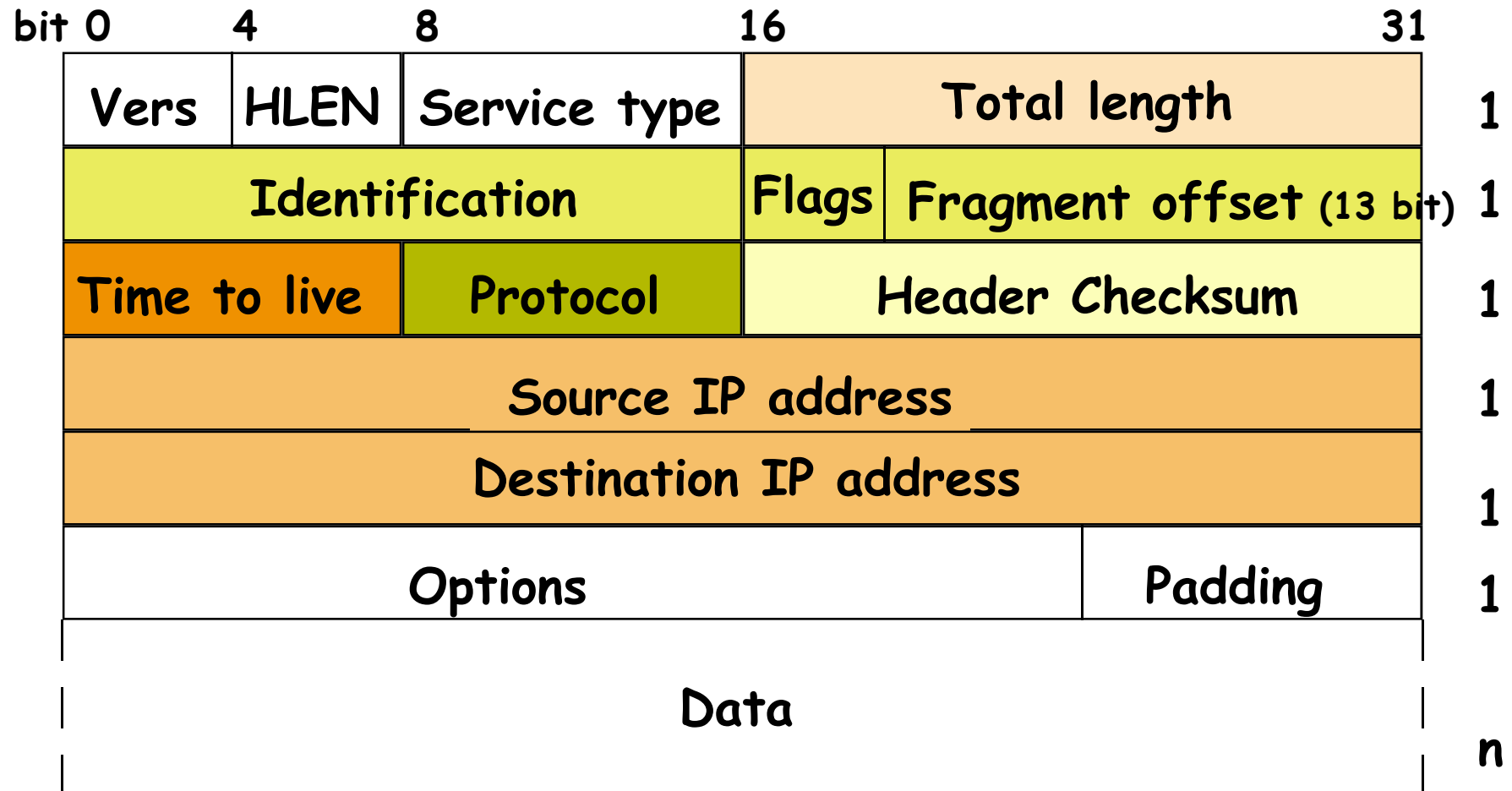
Datagramma IPv4 -> Pacchetto IPv6

- Indirizzamento a 128 bit
- Modifiche del formato del datagramma
 - × si riduce il numero dei campi dell'header del pacchetto (8 vs.12)
 - × l'header del pacchetto IPv6 ha dimensione fissa (40 byte)
- Estensioni dell'header
 - × si usano degli header aggiuntivi per specificare le opzioni IPv6
 - × molti degli header opzionali non sono processati da ogni router sul percorso del pacchetto

IPv6 vs IPv4

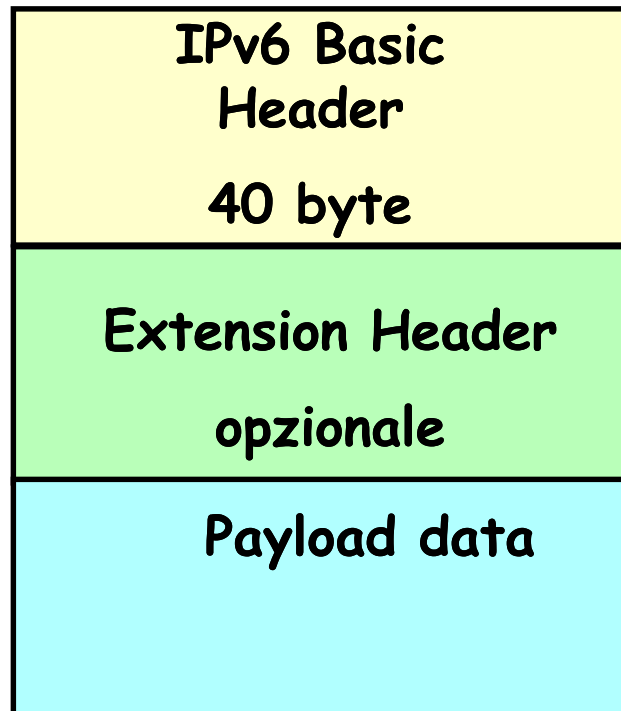
- Eliminazione dell'header checksum
- Frammentazione effettuata solo dall'host sorgente
 - × i router intermedi non possono frammentare un datagramma
- Identificativo di flusso
 - × rende possibile distinguere i flussi emessi da una sorgente
 - × apre la possibilità di un trattamento differenziato dei flussi in rete
- Inclusione di procedure di security
 - × supporto di meccanismi di autenticazione e confidenzialità

Il datagramma IPv4



5 x 32 bit = 20 byte (parte obbligatoria)

Formato del pacchetto IPv6



Basic Header

- contiene le informazioni comuni a tutti i pacchetti (40 byte vs. 20 byte della porzione obbligatoria dell'header IPv4; 8 campi vs. 12 campi di IPv4)

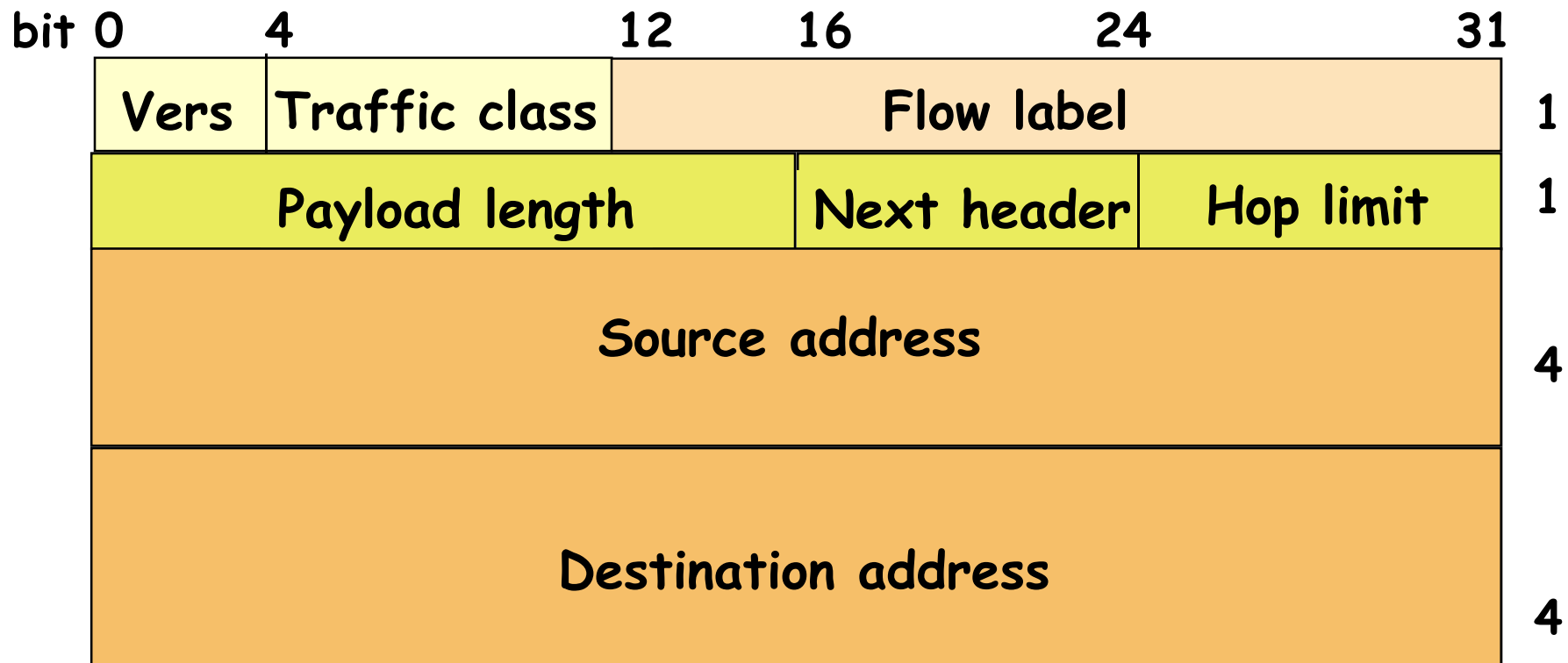
Extension Header

- contiene le opzioni utilizzate dai router intermedi e/o dall'host di destinazione

Payload data

- sono i bit informativi elaborati dall'host di destinazione
- è la PDU del livello di trasporto

IPv6 Basic header



10 x 32 bit = 40 byte

Header IPv6/IPv4

- **Semplificazioni:**
 - × l'header IPv6 ha lunghezza fissa (40 byte)
 - le opzioni non sono più trasportate all'interno dell'header IP (la funzione è svolta dagli extension header IPv6)
 - × è stato rimosso il campo IP Header Length (IHL)
 - non necessario perchè l'header IPv6 ha lunghezza fissa
 - × è stato rimosso il campo Header Checksum
 - quasi tutti i protocolli di livello data link comprendono già il calcolo e la verifica di un checksum
 - × non esiste più la procedura di segmentazione hop-by-hop
 - di conseguenza sono stati rimossi i campi Identification, Flags e Fragment Offset
 - × è stato rimosso il campo Type Of Service (TOS)
- **Nuovi campi:**
 - **Flow Label** e **Class**: per il supporto nativo di servizi a qualità differenziata

IPv6 Basic Header

- × **Vers** (4 bit): versione del protocollo usata (=6)
- × **Traffic class** (8 bit): stabilisce la classe e la priorità del pacchetto IPv6
 - Sono in corso sperimentazioni sull'uso dei campi IPv4 Type of Service e/o Precedence per fornire varie forme di "differentiated service" per i pacchetti, diverse dall'uso esplicito del flow set-up
 - Il campo Traffic Class di IPv6 deve supportare una funzionalità analoga in IPv6

IPv6 Basic Header

- **Traffic class (TBC)**

- × la sorgente può specificare due classi di priorità, a seconda se implementi o non il controllo di congestione del traffico

Congestion Controlled Traffic (es. TCP): livelli 0-7

**Non-congestion Controlled Traffic (es. UDP):
livelli 8-15**

- al pacchetto è assegnato uno degli 8 livelli di priorità specificati per ogni classe
- la relazione di priorità ha valore solo all'interno di una classe
- non è definita alcuna relazione di priorità tra pacchetti di classi diverse
- definizione di algoritmi di scheduling nei router

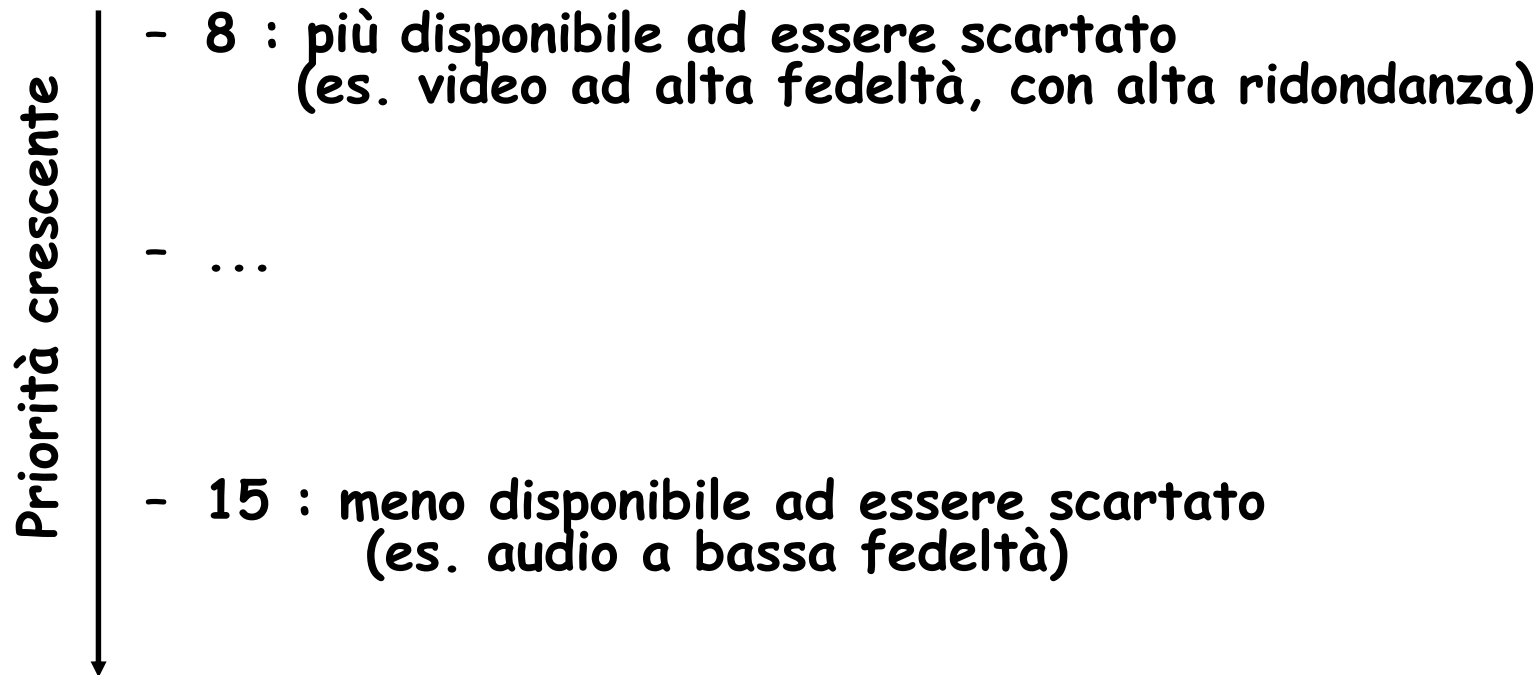
IPv6 Basic Header

- Livelli di priorità per Congestion Controlled Traffic
 - × La sorgente risponde al meccanismo di congestion control TCP
 - × Il traffico accetta un ritardo variabile di consegna dei pacchetti e la consegna fuori sequenza

- Priorità crescente ↓
- 0 : no specific priority
 - 1 : background traffic (es. news)
 - 2 : unattended data transfer (es. e-mail)
 - 3 : reserved
 - 4 : attended bulk traffic (es. file transfer)
 - 5 : reserved
 - 6 : interactive traffic (es. remote login)
 - 7 : control traffic (es. routing protocols e network management)

IPv6 Basic Header

- Livelli di priorità per Non-Congestion Controlled Traffic
 - × Il traffico richiede un data rate e un ritardo di consegna costanti (o quasi)
 - × es. audio e video real-time che non accettano ritrasmissioni



IPv6 Basic Header

x Flow label (20 bit)

- Può essere usato da una sorgente per etichettare sequenze di pacchetti per i quali richiede un trattamento speciale da parte dei router IPv6 (es. qualità di servizio "non-default" o servizi "real-time")
- È un campo ancora sperimentale e soggetto a variazioni
- IPv6 definisce "flusso" la sequenza di pacchetti inviati da una particolare sorgente a una particolare destinazione (unicast o multicast) per i quali la sorgente richiede un trattamento particolare dai router

Le informazioni sul tipo di trattamento voluto possono essere inviate ai router tramite un protocollo di controllo (RSVP), o tramite informazioni contenute nel pacchetto stesso (hop-by-hop options)

IPv6 Basic Header

- × Per la sorgente, un flusso è una sequenza di pacchetti generati da un'istanza di una singola applicazione e che hanno gli stessi requisiti di trasferimento
 - una sola applicazione può generare uno o più flussi (es. conferenza multimediale ha un flusso per i dati, uno per la grafica, ecc.)
- × Per il router, un flusso è una sequenza di pacchetti che condividono gli attributi che ne determinano il trattamento (es. il path, l'allocazione delle risorse, i requisiti di scarto dei pacchetti, ecc.)
 - un router tratta diversamente i pacchetti di flussi diversi (buffer di diverse dimensioni, diverse priorità di forwarding, ecc.)

IPv6 Basic Header

- IPv6 specifica i requisiti di un certo flusso prima che la trasmissione cominci (la sorgente li negozia tramite un protocollo di controllo), anziché specificarli in ogni pacchetto
- In questo modo un router deve memorizzare solo le informazioni per il trattamento del flusso; questo riduce i tempi di elaborazione dei pacchetti nei router
- Il concetto di flusso si adatta anche a procedure di riserva di risorse per traffico con qualità di servizio garantita (protocollo RSVP)

IPv6 Basic Header

- × **Payload length** (16 bit)
 - specifica la lunghezza in ottetti del payload IPv6, escluso il basic header e inclusi gli extension header
 - normalmente la lunghezza massima del payload è $2^{16}=65536$ byte, però esiste l'opzione "jumbo payload" (hop-by-hop options header)
- × **Next header** (8 bit): identifica quale header segue il basic header nel campo "Extension header" del pacchetto

0: Hop-by-hop options header	46: Resource Reservation Protocol
4: Internet protocol (IP)	50: Encapsulating Security Payload header
6: Transmission Control Protocol (TCP)	51: Authentication header
17: User Datagram Protocol (UDP)	58: Internet Control Message Protocol
43: Routing header	59: No next header
44: Fragment header	60: Destination options header

IPv6 Basic Header

× **Hop limit** (8 bit):

- l'host sorgente indica il numero massimo di tratte di rete che il pacchetto può attraversare
- ogni router decrementa di una unità tale campo
- se il contatore si azzerava prima che la destinazione sia raggiunta, il pacchetto è scartato
- evita gli effetti di eventuali loop in rete e può essere utilizzato per effettuare delle ricerche di host in rete a distanza prefissata

× **Source Address** (128 bit): indirizzo IP della sorgente del pacchetto

× **Destination Address** (128 bit): indirizzo IP della destinazione del pacchetto (non necessariamente quella finale, se è presente un Routing header)

Extension Headers

Sono definiti 7 Extension header:

- x **Hop-by-hop options header**

- definisce opzioni speciali che riguardano il processamento del pacchetto hop-by-hop

- x **Routing header**

- fornisce un routing esteso (extended routing) simile al source routing di IPv4

- x **Fragment header**

- contiene informazioni per la frammentazione e il riassemblamento dei pacchetti

Extension Headers

- × **Authentication header**
 - garantisce l'integrità del pacchetto e l'autenticazione
- × **Encapsulating security payload header**
 - garantisce la privacy delle informazioni trasportate
- × **Destination option header**
 - contiene informazioni opzionali per il nodo destinazione